



經濟部標準檢驗局委辦計畫

109 年度期末報告

109 年度 MW 級智慧變流器及太陽光電  
模組標準檢測驗證計畫

全程計畫：自 109 年 2 月 14 日至 109 年 12 月 31 日

委辦機關：經濟部標準檢驗局

執行單位：財團法人台灣大電力研究試驗中心

中 華 民 國 109 年 12 月

## 經濟部標準檢驗局委辦計畫委員審查意見表

計畫名稱: 109 年度 MW 級智慧變流器及太陽光電模組標準檢測驗證計畫

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
<b>委員一</b>			
1. VPC 推廣座談會參與廠商較少且集中在模組廠商，得到的意見可能會有偏頗。建議未來涵蓋上中下游廠商與投資商，可以得到更全面的意見。	無	無	感謝委員意見，因 VPC 推廣座談會之討論議題主要是討論高效能太陽光電模組相關規範，故主要對象為模組廠商。後續相關活動會再廣邀上中下游廠商及投資商共同參與。
2. 附件十二報告標題應為背板剝離測試可行性評估報告，請確認。	附件 436	附件 444	感謝委員意見，已將標題修正為背板剝離測試可行性評估報告。
3. 附件十三能力比對試驗報告中提到 Fraunhofer 有做光譜響應量測與修正，請問 (1) Fraunhofer 與大電力的光譜修正率分別是多少？ (2) Fraunhofer 報告中未提及光譜修正，沒有光譜響應與修正係數計算，略為不足。 (3) 量測結果與 Fraunhofer 差異集中在電流 (Isc, Voc)，報告未提及可能的差異來源，請問推估可能的誤差來源為何？	無	附件 465	感謝委員意見，相關問題回答如下： (1) Fraunhofer 光譜修正率 (Spectral mismatch correction) 分別為 1.000403、1.000518 及 1.000764；大電力的光譜修正率分別為 0.9881、0.9881 及 0.9898。 (2) 有關光譜修正相關數值，Fraunhofer 於模組各別報告中有提及，已將相關資料補充於附件「太陽光電相關國際檢測單位技術交流報告」中。 (3) Voc 之百分比差平均值僅 0.06，主要差異在於 Isc，目前推估 Isc 差異的原因如下： A、本中心雖與 Fraunhofer 之追溯源皆為德國

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
			<p>PTB,但本中心量測時所用之基準電池為二級件,因此,在追遡至與一級件校正時會造成誤差。</p> <p>B、本中心與Fraunhofs使用不同太陽光模擬器,會有光譜修正的誤差,其相關誤差的加乘作用可能會造成Isc差異。</p>
4. 計畫相當龐大,執行單位的努力值得肯定報告可再多陳述測試的結果,與衍生的意義。	24、71	26、27、78、79、80	感謝委員意見,有關智慧變流器與太陽光電測試的結果與衍生的意義,已補充於期末成果報告中。
委員二			
1. 目前台電要求將PV資料回傳至台電區域監控中心由現行MW下降至100kW,有關變流器之資安風險依目前查核案場是否會大幅增加風險。	無	無	感謝委員意見,台電於通訊方面皆有採取妥適之資安防護措施。因此,若PV資料僅是回傳至台電區域監控中心,並由現行MW下降至100kW,應不會增加風險。
2. 目前PV Cell的發展趨勢中主要是增加輸出功率,目前量產的已有達單片400kW以上似未蒐集,建議應補充。	無	無	感謝委員意見,有關太陽光電電池及模組技術資料蒐集,在模組輸出推估上已有備註解釋,推估模組最大效率,規格是以60Cell全電池片、電池片尺寸以M2(156.75mm)、單結晶矽CTM(Cell to Module)3%損失(此為業

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
			<p>界計算基準)為基礎下進行推算，採用此規格進行推算，是因此為目前大部分廠商皆有使用之規格。實際上查詢目前各家廠商產品型錄，亦能知若以P-PERC 技術為主、60 片全電池片模組的最高輸出僅達 340W(以聯合再生為例，採用 G1 電池片，邊長 158.75mm)，若採以逐漸普及的半切片技術，60 電池半切片模組(亦稱 120 片)的輸出則可達 350W(同樣以聯○再○為例)。目前能達 400W 以上之太陽光電模組，僅 72 Cell 全電池片模組之規格可以達到，甚至 72 電池半切片模組(亦稱 144 片)若搭配較大的電池片(如 M4, 邊長 161.7mm)，最高可達 500W 以上。</p>
<p>3. 有關於花蓮分局設置之能源教育展示是否屬於長期性展示工作，如屬之建議應考量未來展示故障之相關維護經費。</p>	<p>無</p>	<p>無</p>	<p>感謝委員意見，於花蓮分局設置之能源教育展示，屬於長期性展示工作，因明年預計會有延續性之工作項目，屆時再與廠商討論，視實際需求，編列相關維護經費。</p>
<p>4. 目前大於 120 kW 以上係採監督試驗方式進行，本案完成後是否將全移至大電力進行檢測。</p>	<p>無</p>	<p>無</p>	<p>感謝委員意見，現正向 TAF 提出容量擴充異動之認證及標檢局指定試驗室申請，待申請完成後，將可全移至大電力進行檢測。</p>
<p>委員三</p>			

審查委員意見	原頁數	修正後頁數	受託單位回復
1. 本研究計畫期末報告內容大致完整，已完成本年度各項預定工作。	無	無	感謝委員意見。
2. 報告 P33(六)研擬修訂太陽光電國家標準草案，本年度完成七項，如表 5 所示，但簡述標準草案初稿內容中，卻只存 6 項，請再查明補充。	33	45	感謝委員意見，缺少的部份為「IEC TS 61724-3:2016 Photovoltaic system performance - Part 3: Energy evaluation method」，已將其相內容，補充於期末成果報告中。
委員四			
1. 期末報告第 VI 頁，「圖 15、」，少一個頓號。	VI	XII	感謝委員意見，已將其修正於期末成果報告中。
2. 期末報告第 111 頁，重要成果統計，表格排版需略作微調如下： ● 「實際達成」 ● 「促進投資生產」 ● 「研討會」 ● 「技術引進」	111	120	感謝委員意見，已將以下之內容排版為適合格式： ● 「實際達成」 ● 「促進投資生產」 ● 「研討會」 ● 「技術引進」
3. 期末報告第 111 頁，有多項重要成果掛零，是否先確認所列重要成果之項目是否恰當？	無	無	感謝委員意見，因重要成果統計表格為成果報告之固定格式，後續會再與標準檢驗局討論是否需要修改。
4. 期末報告第 111 頁，學界、業界各有 2 項分包研究案，是否有具體之研究成果及成果報告？	無	無	感謝委員意見，依今年之工作項目主要是發表國內外相關研討會。因此，該研究成果及報告可參考發表之論文。
5. 期末報告第 115 頁，建議事項(二)，最後多一個句點。	115	124	感謝委員意見，已將期末成果報告第 115 頁，建議事項(二)之句點刪除。

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
6. 期末報告第 115 頁，建議事項(三)，「… 500K...120K 至 500K...110 年 將 500K...1MW...」，未加單位處，請加入 W。	115	124	感謝委員意見，已將單位 W 加入至期末成果報告第 115 頁，建議事項(三)。
7. 建議瞭解他國檢測單位之經營現況，並提出未來適合我國之經營模式，包括:檢測項目、收費標準、其他專業服務等等。	無	無	感謝委員意見，本計畫建置相關實驗室主要是提供國內完整之檢測需求，以協助國內相關產業發展。在建置實驗室之前，皆已先至國外相關實驗室進行考察，並調和國內相關檢測需求，包括:檢測項目、收費標準、其他專業服務等。故，透過上述做法應可適度維持實驗室運作。
委員五			
1. 結案報告 P10，計畫目標 5.2.2 所稱 10 案是否為累計值，請表達清楚。	無	無	感謝委員意見，結案報告 P10，計畫目標 5.2.2 所稱 10 案為累計值，後續相關工作項目之目標會將其表達更清楚。
2. P24 所稱 Zeta score 分數絕對值不超過 2，具體數值為何應在報告中直接敘述。此能力比對僅有三個單位參與，Zeta score 並不適合作為一致性的依據，建議應思考如何評估比對結果。而檢討內容(3)提及電波暗室及開放場地可能導致的測試差異，應說明測試規範是否皆能接受，若可接受，標準制定過程如何處理此一差異。	無	26、27、 28	感謝委員意見，已將 Zeta score 值補充於期末成果報告中。此外，依據 ISO 17043 標準之統計方式有 D%、Z scores、Zeta score 等評估方式，其中 Zeta score 之計算方式，是以本中心當基準值，而非直接以平均值當參考，因此，當參與比對單位數量較少時，應較適合使用 Zeta score 之統計方式。另因考慮場地差異，其中 Zeta score 有將實驗室標準不確定度列入考量，故以此統計方式做為評估比對結

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
			果。此外，本次參加之實驗室測試場地有電波暗室及開放方式測試場地，於測試前已有對場地做NSA，均為符合 CISPR 16-1-4 之標準場地。但開放方式測試場地較容易受外在雜訊干擾而導致測試結果有所差異，已將相關說明補充於期末成果報告中。
3. P33，表 4 資安風險評估中，對於民間案場的評估方式需釐清。所謂“無遠端下達指令功能”的描述不夠明確，請確認係指遠端管理系統上並無下指令的功能(UI 上不存在)，或指 inverter 不接受遠端寫入(例如不具備此功能；或具備此功能，但網路通訊已封鎖，若是如此，其封鎖方式為何，廠商是否可能由遠端解除封鎖)?	無	無	感謝委員意見，有關民間案場中的“無遠端下達指令功能”，係指該 inverter 不具備此功能，故也無法開啟。因本計畫為初步的案場調查，後續的相關工作項目，會再更深入的探討其資安問題。
4. P33，(六)研擬修訂太陽光電國家標準草案之工作，除了翻譯 IEC 標準之外，是否有任何項目依國內產業需求進行調和?	無	無	感謝委員意見，有關研擬修訂太陽光電國家標準草案之工作，該標準之調和皆是依目前產業之檢測需求編排研擬修訂之順序。
5. P65，結論中提及黃化設備應“進行細部的調整及要求”，請說明具體做法，是否指修改標檢局既有設備，成本為何?	無	無	感謝委員意見，目前評估標準檢驗局現有設備之規格是無法直接修改或升級。故，有關黃化設備“進行細部的調整及要求”，是指若標準檢驗局後續有新增購設備打算時，訂定相關規格的做法。
6. 請於報告本文中強化各項工作的成果說明及未來建議	無	23、26、27、28、	感謝委員意見，已強化相關工作項目的成果說明及

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
		33、34、 38、47、 48、50、 51、63、 66、69、 78、79、 80、81、 88、98、 111	未來建議於期末成果報告 中。

註：包含委員書面審查意見及會議審查意見



# 目 錄

壹、計畫執行成果 .....	1
一、計畫整體目標與效益.....	1
二、目標達成情形.....	9
三、計畫執行情形說明.....	14
(一) 研擬修訂智慧變流器國家標準草案.....	14
(二) 辦理智慧變流器能力比對試驗.....	17
(三) 辦理智慧變流器檢測驗證人員訓練及撰擬訓練總結分析報告.....	22
(四) 參與智慧變流器相關學術單位技術合作並發表論文.....	26
(五) 參與智慧變流器檢測國際技術交流合作規劃、辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核.....	27
(六) 研擬修訂太陽光電國家標準草案.....	31
(七) 參與太陽光電國際標準組織會議、研討會或相關交流活動.....	41
(八) 辦理太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練及撰擬訓練總結分析報告.....	44
(九) 蒐集國內外太陽光電產品及標準檢測技術規範相關資訊，及撰擬分析報告.....	46
(十) 與太陽光電相關學術單位技術合作，並參與國際相關研討會及發表論文.....	55
(十一) 辦理太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會議及擬會議總結分析報告..	58
(十二) 辦理太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性評估.....	59
(十三) 辦理太陽光電模組背板剝離測試可行性評估.....	62
(十四) 參與太陽光電國際相關單位技術交流及能力比對試驗.....	65
(十五) 辦理太陽光電相關國際研討會.....	71
(十六) 參與標準局舉辦技術成果發表會.....	72
(十七) 能源教育展示.....	74
(十八) 綠能教育推廣.....	77
(十九) 提供再生能源產品(太陽光電及變流器)校正、檢測或驗證服務 70 案.....	82
(二十) 資本門設備建置規劃及發包.....	82
七、參考文獻.....	89
八、實際執行與原規劃差異說明.....	89
貳、執行績效說明 .....	90
一、重要成果統計.....	90
二、重要成果說明.....	91
參、檢討與展望 .....	91
一、綜合檢討.....	91
二、建議事項.....	93

## 圖目錄

圖 1、傳導干擾示意圖 .....	19
圖 2、輻射干擾示意圖 .....	20
圖 3、論文刊登頁面 .....	27
圖 4、太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練評量測驗題目 .....	46
圖 5、太陽能電池種類 .....	47
圖 10、論文刊登頁面 .....	58
圖 7、測試樣品 .....	63
圖 8、太陽光電模組剝離測試設備 .....	64
圖 9、FRAUNHOFER 與本中心量測之 EL 比對(TS60-6M3-325 H1).....	68
圖 10、FRAUNHOFER 與本中心量測之 EL 比對(RT-MM60-315).....	69
圖 11、FRAUNHOFER 與本中心量測之 EL 比對(RT-MM60-305).....	69
圖 12、太陽光電模組與智慧變流器展示 .....	73
圖 13、離岸風電展示 .....	73
圖 14、再生能源憑證展示 .....	74
圖 15、計量單位展示區 .....	75
圖 16、綠能生活展示區 .....	76
圖 17、度量衡展示區 .....	76
圖 18、風力發電教具 .....	78
圖 19、太陽光電教具 .....	79
圖 20、水力發電教具 .....	80
圖 21、再生能源介紹解說教材 .....	80
圖 22、太陽能發電解說教材 .....	81
圖 23、水力發電解說教材 .....	81
圖 24、風力發電解說教材 .....	82
圖 25、智慧變流器測試系統交直流電源模擬器實際照片 .....	86
圖 26、智慧變流器電磁相容量測設備實際照片 .....	87
圖 27、智慧變流器電源端之電磁相容量測設備實際照片 .....	88

## 表目錄

表 1、全程總目標及各年度工作重點 .....	5
表 2、研擬修定之 CNS 國家標準草案 .....	14
表 3、各實驗室 L 相量測結果 .....	21
表 4、各實驗室 N 相量測結果 .....	21
表 5、各實驗室垂直極性量測結果 .....	21
表 6、各實驗室水平極性量測結果 .....	21
表 7、智慧變流器檢測驗證人員教育訓練課程表 .....	24
表 8、智慧變流器資訊安全查核案場統計 .....	29
表 9、太陽光電案場變流器現場資安風險評估 .....	30
表 10、完成 CNS 國家標準制修定草案 .....	31
表 11、上次會議後所發行之標準 .....	41
表 12、會議後預定審查修改之標準 .....	43
表 13、太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練課程表 .....	44
表 14、矽晶型太陽能電池技術一覽表 .....	49
表 15、太陽光電模組 VPC 推廣座談會議程 .....	58
表 16、標準所需規格與實驗室現有規格對照 .....	61
表 17、太陽光電模組剝離測試結果 .....	64
表 18、太陽光電模組於 LID 後所量測之數據(德國 FRAUNHOFER) .....	67
表 19、太陽光電模組於 LID 後所量測之數據(大電力) .....	67
表 20、FRAUNHOFER 數值為基準值之百分比差 .....	68
表 21、綠能教育推廣資料統整 .....	77
表 22、資本門設備採購規範 .....	83
表 23、智慧變流器測試系統交直流電源模擬器建置進度說明 .....	85
表 24、智慧變流器電磁相容量測設備建置進度說明 .....	87
表 25、智慧變流器電源端之電磁相容量測設備建置進度說明 .....	88

## 壹、計畫執行成果

### 一、計畫整體目標與效益

台灣為達成《環境基本法》非核家園目標，能源轉型政策以展綠、增氣、減煤及非核為主軸，增加使用低碳潔淨能源，其可增加能源自主、降低空污，並可避免核災風險。其中，針對再生能源，太陽光電部分於夏季發電多，可提供尖峰用電需求，而離岸風電部分於冬季發電多，可減少燃煤發電，故政府以太陽光電及離岸風電為主要發展項目，並規劃完整路徑。在太陽光電方面已完成「太陽光電 2 年推動計畫」，截至 108 年 6 月之同意備案量已達 216 萬瓩，超越原規劃設置目標，風力發電方面也已完成離岸風電 5.5 G 之遴選及競價等相關作業，預期可順利達成 2025 年發電占比 20% 目標。

總體能源政策「穩健減核、非核家園」之政策理念，於 2016 年行政院通過綠能科技產業創新推動方案之構想，配合「創新產業計畫五加二」，以創能、儲能、節能與智慧系統整合為四大主軸，推動新能源及再生能源之科技創新，帶動新興綠能產業，以加速開發國內再生能源潛能並擴大各類再生能源推廣應用。藉由提高再生能源設置量，降低核能用電依賴度，預定達到目標包括(1) 未來十年電力零成長、(2) 全面裝設智慧電錶每年節電 100 億度、(3) 十年內太陽能裝置達 2000 萬瓩 (20 GW)、(4) 每年再生能源發電 500 億度、(5) 每年碳封存 1000 萬噸及(6) 十年內減碳 4000 萬噸等六大指標等，預定擴大太陽光電模組之建置容量，期能每年建置約有 2 GW。因此，如何確保架設之模組能在預定安裝場所包括屋頂、平面、鹽灘地、畜牧農舍及水上等，能夠在 25 年內持續保有 80% 以上的發電效能，太陽光電模組之可靠度相形重要。

因應時空環境與國際趨勢，立法院於 108 年 4 月 12 日三讀通過再生能源發展條例部分條文修正，並於同年 5 月 1 日公布施行，其中規範 114 年再生能源發電設備推廣目標總量達 27GW 以上，經濟部依據本條例總量，原規劃太陽光電長期設置目標為 114 年達成 20 GW，其中屋頂型為 3

GW，地面型為 17 GW。綜合考量太陽光電推動成果，以及「太陽光電 2 年推動計畫」成功達成目標之經驗，務實調整太陽光電推動目標配比。爰規劃增加屋頂型太陽光電 3 GW 目標量，114 年屋頂型太陽光電推動目標由原 3 GW 調整為 6 GW；地面型部分，考量土地珍貴、鼓勵多元利用，增加土地多元價值，以設立典範逐步擴散之推動模式穩健設置，其目標由原 17 GW 調整為 14 GW，以達成 114 年 20 GW 推動目標。

擴大再生能源設置在已核定「太陽光電 2 年推動計畫」、「綠能屋頂全民參與方案」及「風力發電 4 年推動計畫」，採短期達標及中長期治本的策略，逐步落實 109 年再生能源裝置容量 1,087.5 萬瓩及 114 年達 2,742.3 萬瓩的目標。而在太陽光電 2 年推動計畫中規劃 105 年 7 月至 108 年 6 月新增太陽光電 152 萬瓩，截至 108 年 6 月之同意備案量已達 216 萬瓩，超前規劃目標，也超越原本規劃在 109 年完成 200 萬瓩的綠能屋頂全民參與方案；採取「民眾零出資、政府零補助」原則。經濟部又於 2019 年 9 月再次推動「太陽光電推動計畫」，計畫 2019-2025 年目標共 6.5 GW，逐步達成 2025 年 20 GW。

本計畫為全程 4 年(108 年至 111 年)，108 主要是規劃建置 1 MW 智慧變流器檢測能量之測試負載設備及相關環境試驗設備，並研擬修定智慧變流器與太陽光電國家標準草案，本年度之工作項目主要是延續 108 年計畫，完成 500 kW 智慧變流器安規、併網及電磁相容檢測能量，並持續研擬修定智慧變流器與太陽光電國家標準草案，以達到國內相關標準與國際同步之目的。

#### (一)智慧變流器

本計畫接續 108 年研究成果，將以智慧變流器檢測驗證為主要工作標的，提供再生能源之智慧變流器校正、檢測及驗證服務，協助業者產品加速取得相關產品驗證，以讓我國能源科技產品在國際市場上能具相當之競爭力。

太陽光發電系統若要與電網之電力系統相互連接使用，需透過變流器將太陽光電產生之電能做轉換，方可實現太陽光發電系統與電網之電

力系統做併聯使用，而我國對於變流器產品相關規定之要求，目前只限於測試驗證時之條件是否符合我國電網之電力系統要求，缺乏工廠檢查及市場監督把關，無法確保產品能持續符合標準。另外，我國目前所能檢測太陽光發電系統能量之能力稍顯不足，倘若再生能源電量併入電網之佔比提升後，若無有效的管理調配與運用，將會係對於我國電網運轉安全穩定度之一大隱憂，且極有可能造成不可預期之危害，更而導致人民生命、身體或財產受損害。

而經濟部標準檢驗局於 107 年 4 月 12 日公告針對變流器申請自願性產品驗證（VPC）之產品試驗報告相關措施原則如下：「已向經濟部能源局太陽光電變流器產品登錄網站登錄者」與「取得國際電工委員會電氣設備符合性測試及驗證體系之型式試驗報告者」均自公告日起至 110 年 6 月 30 日止，需依驗證標準及區域性差異項目加做差異項目測試，其產品試驗報告，始可作為申請 VPC 驗證之用，惟 VPC 證書期滿後不得辦理延展，須向經濟部標準檢驗局認可之指定試驗室依公告驗證標準辦理產品試驗，取得產品試驗報告後，始得再次申請 VPC 證書。

台灣電力股份有限公司於 107 年 11 月 29 日公告修正「再生能源發電系統併聯技術要點」，新增第三點第六款「太陽光電發電設備之變流器應符合國家標準，並提供經濟部標準檢驗局核發之自願性產品驗證證書」，實施時間點說明如下：

1、屬標準局目前變流器產品驗證標準 CNS 15382:2018 適用範圍之變流器產品，自 108 年 5 月 20 日起實施。

2、非屬標準局目前變流器產品驗證標準 CNS 15382:2018 適用範圍之變流器產品，倘標準局產品驗證程序完備，自 108 年 11 月 20 日起實施。

## (二)太陽光電(模組及電池片)

本計畫接續 108 年研究成果，將以太陽光電(模組及電池片)檢測驗證為主要工作標的，提供再生能源之太陽光電(模組及電池片)校正、檢測及

驗證服務，協助業者產品加速取得相關產品驗證，以讓我國能源科技產品在國際市場上能具相當之競爭力。

太陽光電是近年來成長最快速的再生能源技術，同時亦被視為未來全球電力供應的重要角色。根據 IEA、EPIA 在 2019 年的報告推估結果中，2019 至 2024 年可累積突破 317 GW 的太陽光發電容量裝置目標。由於太陽光電已被視為一項未來重要之電力來源，因此，太陽光電之商業化是否能夠成功，全仰賴於其長期運轉的穩定性和安全性，目前太陽光電模組之保固年限約為 20 年，如最後之發電仍維持在 80%，則其每年允許之衰減率約為 1%。為確保太陽光電之品質，可靠度研究之參與者、學術單位、機構及產業界之配合，仍待進一步之行動，將不同於型式認可測試等級之加速性搭配應力試驗來預估太陽光電模組之劣化實有其必要性，透過有效之檢驗證步驟和方法，基於標準化之計量和數據，來進行評估太陽光電模組之使用壽命，使得國內製造商得以評估自家產品之使用壽命。

目前太陽光電發電技術主流分為三大種類：矽晶太陽能電池、化合物型太陽能電池與有機太陽能電池，其中目前市佔最多及應用最廣的為矽晶太陽能電池，分為單結晶矽及多結晶矽，更由於近年來太陽光電模組產品，包括材料、零組件與技術應用等進步快速，加上長久以來其它電子電力技術基礎及相關建設的發展，使得國內業者具有足夠之技術能量投入新型式太陽光電模組的設計與銷售。新型式的太陽能電池及太陽光電模組將朝向以現在的鈍化發射極觸點技術進行改善，製作雙面電池 (Bifacial) 結構，並再輔以多電極、增加受光面積，甚至採用研發階段的無電極技術，應可有效提高太陽能電池片及太陽光電模組之發電轉換效率。雙面型太陽光電模組之發展，其構造主要差異除了所使用的電池片不同以外，另一個就是背板材料使用的不同；一般單面受光型太陽光電模組，背板通常採用高分子材料，以求結構輕量化及達到防水防塵的效果，而雙面型太陽光電模組為讓背面電池片能有效吸收自模組背面來的反射光

或環境漫射光，因此背板須採用高透光或透明材料，如玻璃或透明的高分子材料。依目前國內相關新型式太陽能電池效能檢測與國際技術交流係相形重要，透過太陽光電模組能力比對、新型式太陽光電模組檢測技術及太陽光電相關標準進行探討，促使國內外相關太陽光電模組檢測單位之檢測技術與國際接軌，並與國際相關檢測及研究機構的檢測技術同步甚至超前。

本計畫為全程4年(108年至111年)，全程總目標及各年度工作重點如表1所示。

表 1、全程總目標及各年度工作重點

計畫全程總目標				
建置國內首座 MW 級智慧變流器檢測系統，包含安規、併網及電磁相容，並拓展智慧變流器與新型式太陽光電模組標準檢測能量及技術				
年度	108	109	110	111
工作重點	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 規劃建置 MW 級智慧變流器測試負載設備及相關環境試驗設備</li> <li>■ 規劃建置太陽光電模組相關檢測能量，如點火試驗檢測能量及剝離試驗檢測能量</li> <li>■ 參與太陽光電國際標準組織會議</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成 500 kW 智慧變流器檢測能量</li> <li>■ 辦理國際太陽光電模組能力比對試驗</li> <li>■ 辦理太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性評估</li> <li>■ 分析國內外太陽光電產品及標準檢測技術規範相關資訊</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 擴充智慧變流器測試系統直流電源模擬器至 1 MW</li> <li>■ 電力調節系統檢測能量評估</li> <li>■ 電池管理系統檢測能量評估</li> <li>■ 建立太陽光電系統支撐架腐蝕驗證技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成 1 MW 智慧變流器檢測能量，並申請 TAF 實驗室認證</li> <li>■ 研擬修訂智慧變流器與太陽光電國家標準草案並辦理國家標準技術委員會</li> <li>■ 辦理智慧變流器與太陽光電檢測人員一致性教育訓練</li> <li>■ 推廣太陽光電模組自願性產品驗證</li> </ul>
工作效益	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完善智慧變流器測試系統之驗證環境</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 提供較大容量之智慧變流器安規、併網</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完善 MW 級智慧變流器測試系統之輸入端電源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 協助國內智慧變流器相關業者順利取得產品驗</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完善太陽光電模組檢測能量，並提供相關產品檢測服務，以確保模組使用之安全性</li> <li>■ 與國際太陽光電檢測標準最新修訂動態和檢測機制接軌</li> </ul>	<p>及電磁相容檢測服務，以促進相關產品之發展</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 與國際知名太陽光電研究機構進行太陽光電模組能力比對試驗，確保國內相關檢測機構之檢測結果與國際之一致性</li> <li>■ 評估太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性，以供後續規劃建置相關檢測能量之依據</li> <li>■ 分析國內外太陽光電產品之發展，以供後續訂定相關規範及檢測能量之參考</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 分析電力調節系統相關標準及檢測所需設備，以評估我國在建置規劃電力調節系統檢測能量的可能性</li> <li>■ 分析電池管理系統相關標準及檢測所需設備，以因應未來可能投入相關資源之參考</li> <li>■ 藉由室內模擬加速腐蝕試驗與戶外曝曬試驗進行比對，分析戶外與實驗室加速環境的腐蝕行為之一致性，作為調整實驗室加速腐蝕試驗環境的參考依據</li> </ul>	<p>證，並減少送至國外檢測所需成本及時間</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 確保國內智慧變流器與太陽光電之 CNS 國家標準與國際同步，並作為相關產品檢測之依據</li> <li>■ 培養智慧變流器與太陽光電相關檢測驗證人才，並提升相關人員之檢測技術及知識</li> <li>■ 藉由辦理太陽光電模組自願性產品驗證推廣座談會，以利「台灣高效能太陽光電模組技術規範」之制訂及推動，並促使廠商開發新型式的太陽光電模組</li> </ul>
--	--	--	--	--

原計畫預定執行出國之工作項目，因國際疫情影響暫停辦理出國案件，故辦理計畫變更。除智慧變流器第 5 工作項「參與智慧變流器檢測國際技術交流」變更為「辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核」，其餘需出國之工作項目的工作內容不變，且不影響工作項目目的，僅將原出國之工作執行方式變更為視訊會議之方式。本年度各子計畫主要工

作項目如下：

(一)智慧變流器

- 1、研擬修訂智慧變流器國家標準草案。
- 2、辦理智慧變流器能力比對試驗。
- 3、辦理智慧變流器檢測驗證人員訓練及撰擬訓練總結分析報告。
- 4、參與智慧變流器相關學術單位技術合作並發表論文。
- 5、參與智慧變流器檢測國際技術交流規劃、辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核。

(二)太陽光電(模組及電池片)

- 1、研擬修訂太陽光電國家標準草案。
- 2、參與太陽光電國際標準組織會議、研討會或相關交流活動。
- 3、辦理太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練及撰擬訓練總結分析報告。
- 4、蒐集國內外太陽光電產品及標準檢測技術規範相關資訊，及撰擬分析報告。
- 5、辦理太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會及撰擬會議總結分析報告。
- 6、與太陽光電相關學術單位技術合作，並參與國際相關研討會及發表論文。
- 7、辦理太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性評估。
- 8、辦理太陽光電模組背板剝離測試可行性評估。
- 9、與太陽光電相關國際檢測單位技術交流及進行能力比對試驗。
- 10、辦理太陽光電標準、檢測或驗證國際研討會。

(三)參與標準檢驗局舉辦技術成果發表會(包含「智慧變流器」及「太陽光電」)並發表計畫執行成果。

(四)能源教育的展示。

(五)綠能教育推廣。

(六)提供再生能源產品(至少須包含「智慧變流器」及「太陽光電」)校正、  
檢測或驗證服務。

(七)規劃建置資本門設備。

- 1、智慧變流器測試控制系統及交直流電源模擬器。
- 2、智慧變流器電磁相容量測設備。
- 3、智慧變流器電源端之電磁相容量測設備(第一次契約變更新增)。

## 二、目標達成情形

編號	計畫目標	達成狀況	差異檢討
1.	1.1 完成變流器標準草案初稿	1. 已完成 IEC 61000-6-1:2016 及 IEC 61000-6-2:2016 2 份標準之採購。 2. 已於 109 年 6 月 29 日完成標準草案初稿。	無差異
	1.2 完成研擬智慧變流器國際標準調和及制修訂共 2 份	已於 109 年 11 月 24 日完成智慧變流器國家標準草案共 2 份。	
2.	2.1 完成智慧變流器能力比對試驗規劃	1. 已完成比對試驗單位聯繫，預計參與比對單位為 ETC 與 INTERTEK。 2. 已於 109 年 6 月 28 日完成能力比對試驗規劃書。	無差異
	2.2 完成智慧變流器能力比對試驗試驗報告 1 份	已於 109 年 10 月 29 日完成智慧變流器能力比對試驗報告 1 份。	
3.	3.1 完成智慧變流器檢測驗證人員訓練規劃	已於 109 年 6 月 29 日完成智慧變流器檢測驗證人員訓練規劃。	無差異
	3.2 完成智慧變流器檢測驗證人員訓練 1 場及訓練總結分析報告 1 份	1. 已完成智慧變流器檢測驗證人員訓練講義。 2. 已於 109 年 10 月 14 日辦理智慧變流器檢測驗證人員訓練 1 場。 3. 已於 109 年 10 月 28 日完成訓練總結分析報告 1 份。	
4.	4.1 完成參與智慧變流器相關學術單位技術合作規劃	1. 已完成智慧變流器相關學術單位技術合作之對象確定，智慧變流器學術單位技術合作對象為國立中央大學廖益弘老師。 2. 已於 109 年 6 月 28 日完成參與智慧變流器相關學術單位技術合作規劃書。	無差異
	4.2 完成參與相關學術單位技術合作並發表論文 1 篇	已於 109 年 8 月 17 日完成論文投稿並已被接受。	
5.	5.1 完成參與智慧變流器檢測國際技術交流合作規劃	1. 已於 109 年 6 月 28 日完成技術交流合作規劃書。 2. 原訂於 10 月參訪技術交流合作之單位，並於 109 年 10 月底前完成智慧變流器檢測國際技術交流合作出國報告。因受疫情影響而	無差異

編號	計畫目標	達成狀況	差異檢討
		導致無法出國之關係，已於 109 年 8 月 28 日發文至標準局提出計畫變更，並已獲標準局核可。故，後續將依計畫變更內容執行辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核之工作。	
	5.2.1 完成辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核 5 案	已於 109 年 9 月 30 日完成辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核 6 案。	
	5.2.2 完成辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核 10 案	已於 109 年 11 月 13 日完成辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核 10 案。	
6.	6.1 完成太陽光電標準草案初稿	1. 已完成 IEC 62788-1-6:2017 及 IEC TS 62788-2:2017、IEC TS 62788-7-2:2017、IEC TS 61724-2:2016、IEC TS 61724-3:2016、IEC 62509:2010 及 IEC 60904-8-1:2017 共 7 份標準之採購。 2. 已於 109 年 6 月 27 日完成標準草案初稿。	無差異
	6.2 太陽光電國際標準調和、CNS 國家標準制定及相關規範制定共 7 份	已於 109 年 11 月 27 日完成太陽光電國家標準草案共 7 份。	
7.	7.1 完成參與太陽光電國際標準組織會議、研討會或相關交流活動規劃	已於 109 年 6 月 28 日完成參與太陽光電國際標準組織會議、研討會或相關交流活動規劃。	無差異
	7.2 完成參與太陽光電國際標準組織會議 1 場及提交會議報告 1 份	1. 已於 109 年 10 月 26 日至 10 月 30 日參與太陽光電國際標準組織視訊會議。 2. 已於 109 年 11 月 20 日完成會議報告 1 份。	無差異
8.	8.1 完成太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練規劃	已於 109 年 6 月 27 日完成太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練規劃書。	無差異
	8.2 完成太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練 1 場及訓練總結分析報告 1 份	1. 已完成太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練講義。 2. 已於 109 年 10 月 7 日辦理太陽光電檢測驗證人員一	無差異

編號	計畫目標	達成狀況	差異檢討
		致性教育訓練，並於 109 年 10 月 26 日完成訓練總結分析報告。	
9.	9.1 完成國內外太陽光電產品趨勢及檢測技術規範資訊蒐集	已於 109 年 6 月 27 日完成國內外太陽光電產品趨勢及檢測技術規範資訊蒐集。	無差異
	9.2 完成搜集國內外太陽光電產品趨勢及檢測技術規範，並撰擬分析報告 1 份	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已完成國內外太陽光電產品趨勢及檢測技術規範之分析報告初稿。</li> <li>2. 已於 109 年 10 月 22 日完成國內外太陽光電產品趨勢及檢測技術規範分析報告。</li> </ol>	
10.	10.1 完成參與太陽光電相關學術單位技術合作，並參與國際相關研討會規劃	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已完成太陽光電相關學術單位技術合作之對象確定，太陽光電學術單位技術合作對象為國立雲林科技大學曾○寬老師。。</li> <li>2. 已於 109 年 6 月 28 日完成參與太陽光電相關學術單位技術合作，並參與國際相關研討會之規劃。</li> </ol>	無差異
	10.2 完成參與太陽光電相關學術單位技術合作，並參與國際相關研討會及發表論文 1 篇	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已完成國際研討會之投稿並已被接受。</li> <li>2. 原訂於 2020 年 10 月 5 日至 6 日出國參與國際相關研討會，因受疫情影響而導致無法出國之關係，已於 109 年 8 月 28 日發文至標準局提出計畫變更，並獲標準局核可，已依計畫變更內容以視訊之方式，並於 109 年 10 月 5 日至 6 日參與國際研討會。</li> </ol>	
11.	11.1 完成太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會規劃	已於 109 年 6 月 21 日完成太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會規劃。	無差異
	11.2 完成辦理太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會 1 場及會議總結分析報告 1 份	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已完成太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會邀請。</li> <li>2. 已於 109 年 10 月 8 日舉辦太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會，並於 109 年 10 月 23 日完成會議總結分析報告。</li> </ol>	

編號	計畫目標	達成狀況	差異檢討
12.	12.1 完成太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性資訊蒐集	已於 109 年 6 月 28 日完成太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性資訊蒐集。	無差異
	12.2 完成太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性評估報告 1 份	已於 109 年 10 月 22 日完成太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性評估報告。	
13.	13.1 完成太陽光電模組背板剝離評估測試規劃	已於 109 年 6 月 21 日完成背板剝離評估測試規劃。	無差異
	13.2 完成太陽光電模組背板剝離測試可行性評估報告 1 份	已於 109 年 10 月 23 日完成太陽光電模組背板剝離測試可行性評估報告。	
14.	14.1 完成參與太陽光電國際相關單位技術交流及能力比對試驗規劃	已於 109 年 6 月 25 日完成參與太陽光電國際相關單位技術交流及能力比對試驗規劃。	無差異
	14.2 完成參與太陽光電國際相關單位技術交流報告 1 份及能力比對試驗報告 1 份	1. 已完成本中心的能力比對的項目測試，並將比對之模組運至德國 Fraunhofer ISE。 2. 已於 109 年 10 月 20 日完成參與太陽光電國際相關單位技術交流報告及能力比對試驗報告。	
15.	15.1 完成太陽光電相關國際研討會規劃	已於 109 年 6 月 24 日完成太陽光電相關國際研討會規劃。	無差異
	15.2 完成辦理太陽光電相關國際研討會 1 場	1. 已完成研討會場地之租借，研討會地點為台大集思會議中心。 2. 已於 109 年 10 月 30 日辦理太陽光電相關國際研討會。	
16.	16.1 完成參與標準局舉辦技術成果發表會(包含「智慧變流器」及「太陽光電」)規劃	已於 109 年 6 月 26 日完成參與標準局舉辦技術成果發表會規劃，包含發表會時間、地點及展示樣品。	無差異
	16.2 完成參與標準局舉辦技術成果發表會(包含「智慧變流器」及「太陽光電」)1 場，並發表計畫執行成果	已於 109 年 10 月 14 日至 16 日完成參與標準局舉辦技術成果發表會。	
17.	17.1 完成能源教育展示規劃	1. 已完成能源教育的展示及綠能教育推廣的委外程序，委外對象為財團法人石○暨資○產業研究發展中心。 2. 已於 109 年 6 月 17 日邀請委員辦理本工作項目之期	無差異

編號	計畫目標	達成狀況	差異檢討
		中審查。 3. 已於 109 年 6 月 23 日完成能源教育展示之規劃，包含度量衡走廊、SI 應用展示室及能源展示室等。	
	17.2 完成能源教育展示 1 場	1. 已完成展示教具製作，並送達標檢局花蓮分局進行現場組裝及測試。 2. 已於 109 年 9 月 15 日完成能源教育展示 1 場。	
18.	18.1 完成綠能教育推廣規劃	1. 已完成能源教育的展示及綠能教育推廣的委外程序，委外對象為財團法人石○暨資○產業研究發展中心。 2. 已於 109 年 6 月 24 日完成綠能教育推廣規劃，包含水力發電、太陽能發電、風力發電、地熱發電及用電安全等。	無差異
	18.2 完成綠能教育推廣 3 場	1. 已完成綠能教育推廣解說海報內容。 2. 已於 109 年 10 月 20 日完成綠能教育推廣 9 場。	
19.	19.1 提供再生能源產品(太陽光電及變流器)校正、檢測或驗證服務 35 案	已於 109 年 6 月 23 日完成提供再生能源產品(太陽光電及變流器)校正、檢測或驗證服務 49 案。	無差異
	19.2 提供再生能源產品(太陽光電及變流器)校正、檢測或驗證服務 70 案	已於 109 年 11 月 20 日完成提供再生能源產品(太陽光電及變流器)校正、檢測或驗證服務 72 案。	
20.	20.1 完成資本門設備建置規劃及發包	已於 109 年 6 月 26 日前完成資本門設備建置規劃及發包。	無差異
	20.2 完成資本門設備建置及驗收	已於 109 年 9 月 16 日完成資本門設備建置及驗收。	



### 三、計畫執行情形說明

本年度計畫依據工作項目等執行面向，相關成果說明如下：

#### (一) 研擬修訂智慧變流器國家標準草案

國際有關智慧變流器併網檢測項目之相關標準大致有IEC、IEEE、UL及VDE等國際標準，標準檢驗局對於智慧變流器相關之CNS國家標準也有訂定相關併網標準。此外，台灣電力公司已公告，自108年5月20日起，自主調控功能之變流器，應符合CNS標準要求，並提供標檢局核發之自願性驗證證書，以確保電力系統之穩定。而台灣電力公司也制定再生能源併聯技術要點，以規定再生能源併網需求。智慧變流器需具備調整實功率、電壓及自主調控功能測試技術，以穩定台灣電網運轉安全。

本年度計畫將研擬修定智慧變流器相關CNS標準草案，以周全智慧變流器產品相關規範。完成CNS國家標準修訂草案如表2所列，另將邀請CNS技術標準專家召開標準草案之先期審查，加快未來送入標準局進行標準研定之速度。本工作項目已完成相關標準草案之研擬修定，請參考附件一，並已於11月前完成先期審查會議。

表 2、研擬修定之 CNS 國家標準草案

國際標準	標準名稱	工作說明
IEC 61000-6-1:2016	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial, and light-industrial environments	修訂 CNS 標準草案
IEC 61000-6-2:2016	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments	修訂 CNS 標準草案

智慧變流器之標準分為安規、併網及電磁相容三類標準，智慧變流器安規及併網相關標準已於前期計畫研擬修訂完成，且部份標準已公告。本年度研擬修訂電磁相容相關標準為 IEC 61000-6-1:2016 及 IEC 61000-6-2:2016 共兩份。

本年度智慧變流器預定修定草案共兩份如下所示：

- 1、IEC 61000-6-1:2016 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments，其相對應之 CNS 標準為 CNS 61000-6-1:xxxx 一般性標準－住宅、商業及輕工業環境之抗擾度。
- 2、IEC 61000-6-2:2016 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments，其相對應之 CNS 標準為 CNS 14674-2:xxxx 一般性標準－工業環境之抗擾度。

研擬修定之變流器標準草案請參考附件一。以下簡述變流器標準草案之內容。

IEC 61000-6-1:2016 主要適用於住宅、商業及輕工業環境中所使用電機及電子設備。涵蓋頻率範圍 0 Hz 至 400 GHz 之抗擾度要求。無需在非規定要求的頻率下試驗。若產品或產品系列沒有專用的 EMC 抗擾度標準，則適用本一般性 EMC 抗擾度標準。

1、性能判定準則：

- (1) 性能判定準則 A：在測試期間及測試後，設備應能繼續正常操作。當設備按預期使用時，其性能降級或功能喪失不得低於製造商規定的性能位準。若製造商未規定性能位準，得由產品說明及文件以及使用者對設備按預期使用之合理預期加以推算。
- (2) 性能判定準則 B：在測試後，設備應能繼續正常操作。當設備按預期使用時，其性能降級或功能喪失不得低於製造商規定的性能位準。性能位準得以允許的性能喪失代替之。唯於測試期間，允許性能降級，但不得發生實際操作狀態或已儲存資料改變之情況。若製造商未規定基本性能位準或允許的性能喪失，得由產品說明及文件以及使用者對設備按預期使用之合理預期加以推算。
- (3) 性能判定準則 C：允許測試期間暫時喪失功能，唯該功能應為可自動

恢復或可藉由操作控制恢復。

## 2、試驗期間之條件：

待測設備（EUT）應於預期最敏感的操作模式下（例如執行受限之預先試驗加以確認）進行試驗。此模式應與正常應用一致。應改變試件的配置，以達到與典型應用及實際安裝一致的最大敏感性。應於試驗報告中準確記錄試驗期間的配置及操作模式。

若該設備為系統的一部分，或可連接至輔助設備，則應於連接到能使用各埠所需之具有代表性的基本輔助設備配置下，進行設備試驗。輔助設備得採用模擬的方式。

若製造商的規格要求外部保護裝置或措施，且在使用手冊中有明確規定，則應在使用外部保護裝置或措施的情況下，應用本標準的試驗要求。

若設備具有大量類似的埠或許多類似連接的埠，則應選取足夠的數量，以模擬實際操作情況，並確保涵蓋所有不同類型的端點。試驗報告中應納入選擇待測埠的理由。

除非基本標準中另有說明，否則應在該產品規定的操作溫度、濕度及大氣壓力範圍內以及額定供應電壓的單一參數集合下，進行試驗。

IEC 61000-6-2:2016 適用設計於如下所述之工業場所使用的電氣及電子設備。涵蓋頻率範圍 0 Hz 至 400 GHz 的抗擾度要求。無需在非規定要求的頻率下試驗。

### 1、工業場所一般為具有以下一項或多項特徵之設置：

- (1) 安裝、連接在一起且同時作業的多項設備；
- (2) 產生、傳輸及／或消耗大量電力；
- (3) 高電感性或電容性負載頻繁開關；
- (4) 大電流及相關的磁場；
- (5) 具有工業用的高功率科學及醫療設備

工業場所的電磁環境主要來自位於該場所內的設備及設置。在有些類型的工業場所中，某些電磁現象會比在其他設置中更為嚴重。

## 2、性能判定準則：

- (1) 性能判定準則 A：在試驗期間及試驗後，EUT 應能繼續正常操作。當 EUT 按預期使用時，其性能降級或功能喪失不得低於製造商規定的性能位準。若製造商未規定性能位準，得由產品說明及文件以及使用者對設備按預期使用之合理預期加以推算。
- (2) 性能判定準則 B：在試驗後，EUT 應能繼續正常操作。當 EUT 按預期使用時，其性能降級或功能喪失不得低於製造商規定的性能位準。性能位準得以可容許之性能喪失代替之。唯於試驗期間，允許性能降級，但不得發生實際操作狀態或已儲存資料改變之情況。若製造商未規定基本性能位準或可容許之性能喪失，得由產品說明及文件以及使用者對設備按預期使用之合理預期加以推算。
- (3) 性能判定準則 C：允許試驗期間暫時喪失功能，唯該功能須可自動恢復或可藉由操作控制恢復。

本計畫預計於 110 年研擬修訂 IEC 61000-6-3:2020 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for equipment in residential environments；111 年研擬修訂 IEC 61000-6-4:2018 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments；112 年研擬修訂 IEC 62920:2017 Photovoltaic power generating systems - EMC requirements and test methods for power conversion equipment，以完善智慧變流器相關國家標準，並作為後續相關產品檢測之參考依據。

### (二) 辦理智慧變流器能力比對試驗

為確保實驗室量測之正確性和提升試驗品質，實驗室在取得國內外認證機構之認證後，為扮演稱職之中心實驗角色及建立實驗室之公信力，本計畫將規劃和辦理智慧變流器能力比對試驗。

本年度計畫目標將進行智慧變流器能力比對試驗，並邀請國內具有智慧變流器測試實驗室之研究機構，來參與智慧變流器之比對測試。將先由本計畫執行團隊向各單位詢問參與意願，接著召開會議討論預計執行之比對項目以及活動執行時程等工作。比對結果最後將由本計畫執行團隊彙整，並完成比對試驗報告提送各參與單位，針對比對結果將進行實驗室的品質確認和系統追查，以確保目前實驗時的量測狀態，作為實驗室展現測試能力和參考依據，向廠商及業界宣廣發表並達到有效增加其信心之目標。

智慧變流器能力比對試驗已完成，詳細能力比對試驗報告內容請參考附件二。以下簡介能力比對試驗報告內容：

## 1、實施方法

本次試驗是根據 CNS 14674-4(105 年版)第 11 節放射測試要求量測，樣品將先由財團法人台灣大電力研究試驗中心進行性能穩定度量測，再將樣品分別送參與單位進行比對試驗。

### (1) 傳導干擾(如圖一)

A、AC 端：PV Inverter 與 LISN 距離 80 cm。

B、DC 端：PV Inverter 連接一濾波器再接至 DC Source，濾波器不接地。

C、須抓 QP、AVG 值。

D、測試頻率點：0.15 MHz、0.16 MHz、0.40 MHz、0.52 MHz、3.13 MHz、7.80 MHz。

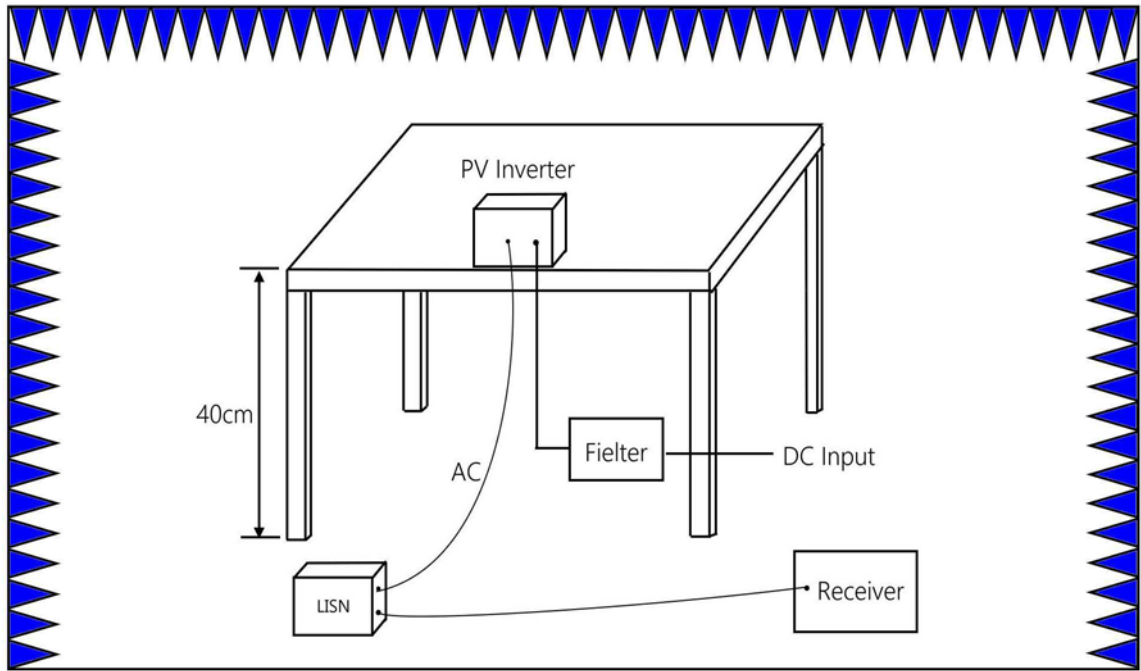


圖 1、傳導干擾示意圖

(2) 輻射干擾(如圖二)

- A、 樣品平躺桌面，AC 與 DC 電源線自然下垂。
- B、 DC 端穿一磁環繞 3 圈，AC 端穿一磁環不繞，磁環距離 EUT 80 cm。
- C、 測試樣品接線端無線模組邊緣距離天線中心點 10 m。
- D、 天線垂直固定在 1 m，水平固定在 4 m，旋轉轉桌找最大值。
- E、 水平極化/垂直極化，皆須抓 QP 值。
- F、 取樣頻率點  $\pm 3$  MHz 內。

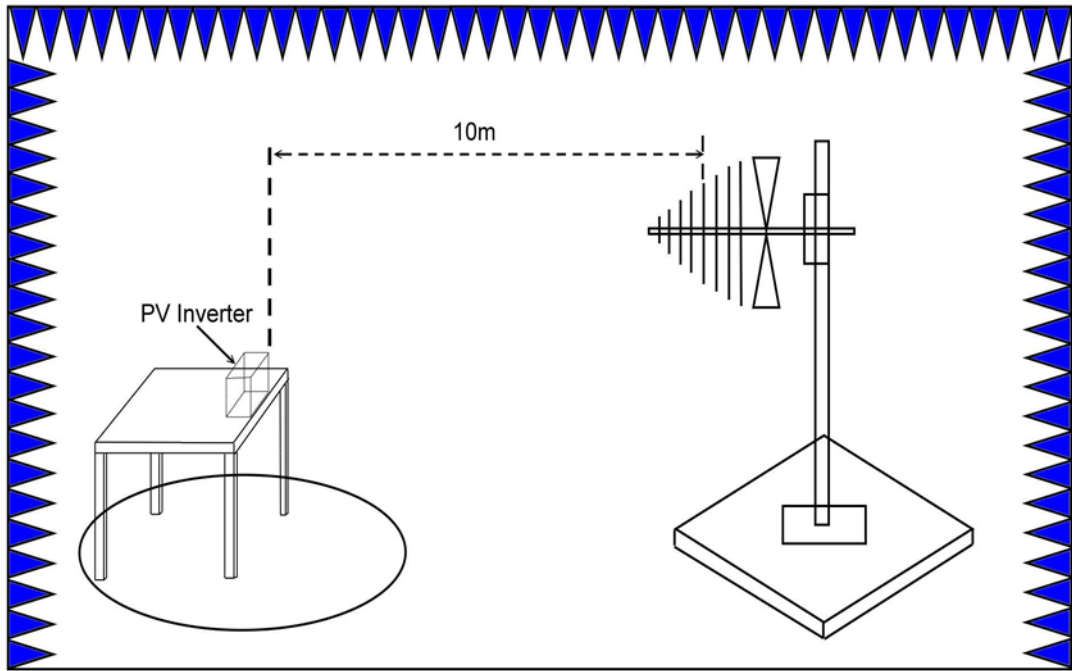


圖 2、輻射干擾示意圖

## 2、樣品說明

### (1) 樣品規格

A、智慧變流器型號：DELTA / H5A\_220

B、輸出電壓：1  $\phi$  220Vac

C、輸入電壓/電流：400 Vdc/6 A

### (2) 樣品穩定性：

該樣品於傳遞前後由財團法人台灣大電力研究試驗中心進行量測，確認有足夠的穩定性。

## 3、參與能力比對實驗室

(1) 財團法人台○商○檢測驗證中心

(2) 全國公○檢○股份有限公司

(3) 財團法人台灣大電力研究試驗中心

## 4、量測結果

各實驗室量測之 L 相 N 相、垂直極性及水平垂性之結果如表 3 至 6

表所示。

表 3、各實驗室 L 相量測結果

量測結果值				平均值 (dB $\mu$ V)	Zeta-Score		
頻率 (MHz)	A (dB $\mu$ V)	B (dB $\mu$ V)	C (dB $\mu$ V)		A	B	C
0.15	45.73	45.43	44.33	45.16	0.11	0.05	-0.16
0.15	39.77	40.47	40.08	40.11	-0.07	0.07	-0.01
0.16	46.06	35.49	42.19	41.25	0.95	-1.13	0.19
0.16	41.17	31.04	38.51	36.91	0.84	-1.15	0.31
0.4	45.55	35.93	33.91	38.46	1.39	-0.50	-0.89
0.4	39.26	29.48	27.05	31.93	1.44	-0.48	-0.96
0.52	51.43	52.22	49.80	51.15	0.05	0.21	-0.27
0.52	43.75	44.83	43.15	43.91	-0.03	0.18	-0.15
3.13	54.99	41.36	54.28	50.21	0.94	-1.74	0.80
3.13	48.14	32.45	48.82	43.14	0.98	-1.98	1.12
7.8	47.28	43.27	45.59	45.38	0.37	-0.41	0.04
7.8	40.02	36.29	39.73	38.68	0.26	-0.47	0.21

表 4、各實驗室 N 相量測結果

量測結果值				平均值 (dB $\mu$ V)	Zeta-Score		
頻率 (MHz)	A (dB $\mu$ V)	B (dB $\mu$ V)	C (dB $\mu$ V)		A	B	C
0.15	47.37	43.80	43.54	44.90	0.48	-0.22	-0.27
0.15	41.37	39.08	38.95	39.80	0.31	-0.14	-0.17
0.16	46.92	34.96	38.83	40.24	1.31	-1.04	-0.28
0.16	42.02	31.22	34.14	35.79	1.22	-0.90	-0.32
0.4	45.95	31.80	34.79	37.51	1.66	-1.12	-0.53
0.4	40.11	25.79	26.97	30.96	1.80	-1.01	-0.78
0.52	51.34	46.33	49.82	49.16	0.43	-0.56	0.13
0.52	45.44	40.95	42.42	42.94	0.49	-0.39	-0.10
3.13	53.98	51.13	55.47	53.53	0.09	-0.47	0.38
3.13	47.26	43.54	49.54	46.78	0.09	-0.64	0.54
7.8	49.70	43.26	41.12	44.69	0.98	-0.28	-0.70
7.8	41.68	36.31	35.48	37.82	0.76	-0.30	-0.46

表 5、各實驗室垂直極性量測結果

量測結果值				平均值 (dB $\mu$ V)	Zeta-Score		
頻率 (MHz)	A (dB $\mu$ V)	B (dB $\mu$ V)	C (dB $\mu$ V)		A	B	C
62	22.57	31.78	29.10	29.10	-0.85	0.64	0.21
72	21.48	33.63	25.10	25.10	-0.85	1.12	-0.27
92	27.31	33.13	25.80	27.31	-0.23	0.71	-0.48
172	14.66	16.25	22.80	16.25	-0.53	-0.27	0.80
240	21.23	24.69	17.30	21.23	0.03	0.59	-0.61
359	24.63	17.31	19.50	19.50	0.67	-0.52	-0.16

表 6、各實驗室水平極性量測結果

量測結果值				平均值 (dB $\mu$ V)	Zeta-Score		
頻率 (MHz)	A (dB $\mu$ V)	B (dB $\mu$ V)	C (dB $\mu$ V)		A	B	C



240	23.43	20.24	25.50	23.43	0.06	-0.46	0.40
-----	-------	-------	-------	-------	------	-------	------

## 5、結論

此次太陽光電智慧變流器能力試驗比對中，經過計算參與單位的 Zeta score 分數值絕對值不超過 2，其數值顯示各單位目前在太陽光電智慧變流器性能量測結果沒有太大偏差是可以接受之範圍。但為了促使國內檢測單位之檢測結果更具一致性，提出下列幾點可能影響檢測結果之變數，並於下次能力比對予以改進。

(1) 因國內具 PV inverter 測試能力之 EMC 實驗室數量不多以致比對樣品數不足。

(2) 本次選擇之比對樣品為市面量產之 PV inverter 事先未針對產品之穩定性進行評估，可能因產品之特性變更或安裝之差異影響測試的一致性。

(3) 本次參加之實驗室測試場地各自配置電源系統及濾波電路且本次的測試場地有電波暗室及開放方式測試場地。各場地於測試之前均有對場地做 NSA，且均為符合 CISPR 16-1-4 之標準場地，但開放方式測試場地還是有可能較容易受外在雜訊干擾而導致測試結果有所差異。

後續擬規劃辦理智慧變流器之安規能力比對試驗，以確保各實驗室於安規量測結果之一致性，或是延續今年智慧變流器電磁相容之比對分析結果，並排除可能影響檢測結果之變數，致使智慧變流器於電磁容量之量測結果更具一致性。

### (三) 辦理智慧變流器檢測驗證人員訓練及撰擬訓練總結分析報告

本工作項目為使智慧變流器相關安規、併網及電磁相容等檢測人員，更快速瞭解國際間智慧變流器相關標準及檢測技術，藉由辦理智慧變流器相關檢測技術及標準相關訓練，以利培育智慧變流器檢測驗證相關人才，並提升我國在智慧變流器的相關檢測技術及知識。本工作項目將先

蒐集國內外智慧變流器相關檢測機構資訊，並與該檢測機構進行接洽，尋求該機構辦理智慧變流器相關檢測技術訓練之可行性，最後則是辦理智慧變流器相關檢測技術訓練，並安排訓練人員參加

智慧變流器檢測驗證人員訓練課程表及內容簡介如下，詳細內容及訓練總結分析報告請參考附件三。

1、智慧變流器檢測驗證人員教育訓練課程如表 7 所示。

表 7、智慧變流器檢測驗證人員教育訓練課程表

日期	時間	講題	授課者
10月14日 (週三)	10:00~10:15	報 到	
	10:15~11:15	太陽能變流器 EMC 試驗要求	陳○霖 工程師
	11:15~12:15	測試前評估計畫說明	陳○霖 工程師
	12:15~13:30	午 餐	
	13:30~15:00	PV Inverter 監督試驗測試	James ○ Manager
	15:00~16:00	綜合討論 & 散會	

## 2、課程內容

### (1) 監督試驗

#### A、適用範圍

大於 120kW(暫定) PV Inverter 可執行監督試驗。

#### B、申請流程

廠商向指定實驗室提出監督試驗需求，由指定實驗室協助廠商向貴局第三組行文以監督方式執行測試。

#### C、申請監督試驗所需資料

- (A) 產品名稱、型號、規格並檢附產品規格型錄
- (B) 申請監督試驗之測試法規範圍
- (C) 執行監督試驗之機構實驗室認證文件
- (D) 測試現場之測試儀器及測試場地清單及校正資訊
- (E) 測試現場之場地配置、電源配置能量及設備清單
- (F) 監督試驗測試計畫
- (G) 測試場地儀器設備、電源設備及測試能力查檢表

### (2) IEC 62920 法規介紹

#### A、試驗模式

- (A) 待機模式：PCE 連接到交流電源並通電，但不通電產生或饋入交流電網。直流電源埠電壓不需要在額定操作範圍內。
- (B) 操作模式：PCE 在 PCE 供電的操作點運行饋入交流電源。直流電源埠電壓應在額定工作範圍內範圍。
- (C) EMI 低頻發射試驗的試驗模式：低頻發射試驗應在製造商規定的正常工作參數範圍內進行。諧波電流、電壓波動和閃爍的測量應在工作狀態下進行。試驗時應按設備標稱功率的 25%，50%和 100%狀態條件下分別試驗。
- (D) EMI 高頻發射試驗的試驗模式：在試驗期間，建議 PCE 以交流電源的最大饋電功率運行。如果由於試驗設備（如實驗室電源）的功率容量和直流電源的限制，最大饋電功率在技術上難以實現，則可能需要通過試驗在直流端口調整 PCE 的饋電功率和直流功率。
- (E) EMS 試驗的試驗模式
- 抗擾度試驗應在製造商規定的正常工作參數範圍內進行。
- a. 靜電放電：應在 PCE 處於待機狀態和操作模式下進行。當處於工作狀態時，PCE 應在製造商規定的最敏感狀態或通過預測試確定的最敏感狀態下連續運行。
- b. 射頻輻射電磁場、電快速瞬變和雷擊抗擾度試驗：應在操作模式下進行。浪湧試驗還宜在繼電器打開 的待機狀態下進行。如果繼電器安裝在交流和/或直流側，繼電器打開的狀態可能是浪湧抗擾度的最差情況，因為此時負載和/或電源處於空載狀態。
- c. 射頻傳導騷擾、電壓暫降和中斷抗擾度試驗：PCE 以交流電源的最大饋電功率運行。

### 3、評量測驗結果

經由評量測驗結果可得知，學員對於 IEC 62920 有較不熟之情況，如待測物與天線的距離。後續辦理相關人員訓練時，可依此次測驗結果，

將學員較不熟之內容，列入後續課程內容。

#### (四) 參與智慧變流器相關學術單位技術合作並發表論文

本工作項目將依照計畫需求與相關學術單位合作，並參與國內外智慧變流器研討會等相關活動，提升研究中心學術研究能量。此次合作之學術單位為國立中○大學廖○弘老師，廖老師主要的研究領域為電力電子、微電網應用及綠色能源應用與研究等，其研究領域與本計畫的變流器檢測有密切關係。本工項目已於10月底前完成，參與研討會相關資訊及發表之論文簡述如下。

##### 1、參與研討會名稱

2020能源科技產品暨檢測技術論文研討會

##### 2、研討會舉辦日期

2020年10月15日

##### 3、研討會論文題目

考量檢測大功率三相變流器直流鏈電容之電路參數分析

##### 4、論文主要內容

本篇論文主要是以減額定方式，先針對三相變流器之部份電路，也就是直流鏈電容進行模擬測試。經模擬結果得知，目前在準確度上仍舊有改善的空間。後續會藉由實測方式驗證模擬之結果。

##### 5、論文刊登

本論文已被收錄於「2020能源科技產品暨檢測技術論文研討會」之論文集第2頁至第9頁如圖3所示。

# 考量檢測大功率三相變流器直流鏈電容之電路參數分析

## Analysis of an Evaluation Circuit for Capacitors Used in a High-Power Three-Phase Inverter

廖 弘<sup>1\*</sup>、張 綱<sup>2</sup>、江 哲<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>國立中 大學 <sup>2</sup>財團法人台灣大電力研究試驗中心

Email:yhungliao@ee.ncu.edu.tw, tkchang@ms.tertec.org.tw, weijhe@ms.tertec.org.tw

### 摘 要

由於政府積極推動再生能源的發展，國內業者亦盡全力開發應用於再生能源之變流器產品，有鑒於此，再生能源相關電能轉換產品之檢測變得相當重要。因此，考量如何檢測變流器以評估變流器於不同額定功率之性能，以完備變流器產品，對再生能源的發展至為重要，不僅同時提升再生能源產品之性能，亦確保再生能源供電的穩定性，更可提高再生能源之佔比，創造更潔淨的家園。本篇論文即在探討考量檢測變流器直流鏈電容之電路參數設計與分析，提供檢測變流器基本參數之設計與考量，期望對大功率變流器檢測有所幫助。

**關鍵詞：**變流器、檢測、降額定、故障率、直流鏈電容。

### 1. 簡介

隨著產業的進步，電能轉換器的功率密度持續提升，相對的體積變得更小，重量變得更輕，並具有更小的功率損耗，更高的功率傳輸效率。此時不僅伴隨著半導體技術的進步，同時對被動元件的要求更高，因此，次世代電能轉換器的設計逐漸朝向更高的功率密度與更高的穩定度進行提升。

電能轉換器的被動元件直流鏈電容正是改善功率密度最主要的約束瓶頸，因此在轉換器設計的階段，最小電容的設計值是設計者所追求的。此外，一般電容器的生命週期通常相較於半導體元件與磁性元件具有更短的生命週期。因此在次世代的電能轉換器設計上，電容器的功率損耗、老化和故障率更是評估電能轉換器的標準之一。然而，評估電容的好壞以往僅限於用單一弦波電流進行估測，諸如 120Hz 或 1kHz 進行評估 [1],[2]，另有些方法採用漣波電流測試儀及直流偏壓對電容進行測試。實際上，電流由轉換器輸出至電容包含了多重頻率成分，因此電容的特性變化不容易被正確估測。儘管有快速傅立葉轉換可以正確分析實際轉換器電流的頻率成份，電容的功耗則無法以電流的頻率成份進行估測，主要因為功率的損耗是非線性特性。同時，跨在電容的直流電壓亦影響電容的老化和功率損耗[3]-[6]。因此，為提升電能轉換器之性能會採用比設計需求更多的電容器。

2

## 圖 3、論文刊登頁面

### 6、後續規劃

後續規劃將延續今年之研究成果，藉由實測方式驗證今年模擬之結果，以利後續評估藉由輕載或半載模擬大功率智慧變流器檢測(超過國內智慧變流器檢測能量範圍)之可行性。

(五) 參與智慧變流器檢測國際技術交流合作規劃、辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核

1、參與智慧變流器檢測國際技術交流合作規劃

本工作項目預計將與國際間智慧變流器相關標準與檢測驗證技術之國際知名智慧變流器相關應用之研究機構日本JOT及日本AOS技術交流。藉由與國際相關檢測及研究機構技術交流，瞭解其他國家在智慧變流器相關研究及檢測方法，並將國外先進技術引進國內之契機，使得國內產業之前瞻技術及專利形成技術貢獻提案，爭取納入國際標準，以形成關鍵智財權，為國內太陽光電產業取得與國際大廠談判之優勢。

此次預計與日本JOT(電安環境研究所)及日本AOS(日本產總研究所)技術交流。JOT為日本政府指定的實施型式認可實驗的機構及日本通商產業省(METI)指定其進行電氣產品製造廠生產上市前的工廠審查和產品測試;AOS為日本最大的公共研究機構之一，致力於創新和實現對日本工業和社會有用的技術，並彌合創新技術之間的差距和商業化。為此，AOS分為5個部門和2個中心，匯集核心技術以發揮其綜合實力。

此次預計參與智慧變流器檢測國際技術交流合作之規劃如下:

(1) 預計參訪單位

A、日本JOT(電安環境研究所)

B、日本AOS(日本產總研究所)

(2) 預計參訪時間

109年9月

(3) 預計交流內容

A、儲能用智慧變流器相關檢測之技術及標準

B、國際大容量智慧變流器(超過國際實驗室可檢測能量)相關檢測方法及標準

C、太陽能及儲能用智慧變流器目前所傾向使用的容量

D、智慧變流器資安及國安議題

E、是否有管制中國大陸製變流器產品

(4) 因應疫情影響之替代方案

原訂於10月參訪技術交流合作之單位，並於109年10月底前完成智慧變流器檢測國際技術交流合作出國報告。因受疫情影響而導致無法出國之關係。故，本工作項目已於109年8月28日發文至標準局提出計畫變更，並已獲標準局核可。後續將依計畫變更內容執行辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核之工作。

## 2、辦理太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核

由於太陽光電案場使用之智慧變流器可能具備遠端啟斷功能，進而可能發生智慧變流器被惡意關閉之情況發生，導致國家電力系統的崩堤。此外，原工作項目5，因日本疫情嚴重之關係，相關太陽光電研究機構無法配合視訊進行技術交流活動。因此，藉由本計畫之工作內容與智慧變流器查核之關聯性，本中心擬將工作項目5變更為太陽光電案場智慧變流器資訊安全查核，以防止太陽光電智慧變流器被惡意關閉之情況發生。本工作項目已於11月底完成，完成之智慧變流器資訊安全查核案場統計10案如表8所示。

表 8、智慧變流器資訊安全查核案場統計

編號	廠址	變流器型號	查核日期
1	核三廠水池區(台○)	Satcon (PVS-250)	09/29
2	核三廠車棚區(台○)	Satcon (PVS-50)	09/29
3	高雄 E/S(台○)	台達電 (RPI-M30A_121)	09/30
4	嘉義民雄(台○)	PHOENIXTEC (Sunville 10000) & Growwatt 20000U	09/29
5	燕巢倉庫(台○)	AE (Solaron 25)	09/30
6	興達電廠 SCR(台○)	PHOENIXTEC (Sunville 10000) Growwatt 20000U	09/30
7	國○汽車	KACO (Blueplanet 50.0 TL3)	11/13
8	大電力	Ablerex (ES 5000T)	11/13
9	大電力(齊○科技案場)	KACO (Blueplanet 20.0 TL3)	11/13
10	中○航空	Delta (Delta M88H)	11/13



此次查核之智慧變流器資訊安全查核案場主要分別台○及民間案場，台○遠端監視太陽光電案場發電量之資訊來源主要來自於變流器、部份案場則僅接收電表資訊，其中電表非電力轉換設備，其實體面安全風險甚低。而變流器通訊均採 Modbus/ RS485 介面，並透過工業控制器將 Modbus 訊號轉為網路訊號，轉換後資訊流均採台電專網傳輸，與外部通訊網路隔離，且變流器資訊均局限於台電自建之伺服與管理系統內，並未開放變流器設備商接收案場資訊，經評估無顯著資安疑慮。而民間案場之變流器通訊均採 Modbus/ RS485 介面，並透過採擷設備將 Modbus 訊號轉為網路訊號後，多數經網際網路上傳雲端管理系統，用戶可透過網頁或 app 等介面存取雲端系統，讀取發電資訊，此等通訊模式屬 IoT 架構，所傳輸之資訊普遍未採加密之安全傳模式，資料有被竊取之疑慮，但所傳輸之資訊多屬一般發電狀況之資訊，非屬機敏資訊，且監控系統未設計操控變流器之功能，故對實際發電狀況之影響風險尚低。總結台電及民間太陽光電案場變流器現場資安風險評估如表 9 所示，詳細說明請參考附件五。

表 9、太陽光電案場變流器現場資安風險評估

案場監視樣態	變流器遠端監控 資安風險評估	案場名稱
變流器經 RS485 傳輸資訊至 SCADA 內網監控系統	台○採專網進行案場資訊傳輸，系統網路架構具防護能力，故屬低風險。	台○案場：核三廠水池區、核三廠車棚區、高雄 E/S、嘉義民雄、燕巢倉庫、興達電廠等
變流器經 RS485 傳輸資訊至資料採擷裝置，並將資訊透過網際網路上傳雲端。僅具資料監視功能，無遠端下達指令功能。	中低風險，太陽能監視系統透過網際網路上傳之資訊普遍未採加密之安全傳模式，而有疑慮。因無遠端下達指令功能，即便有疑慮，亦不會影響實際發電狀態，故資安風險仍低。	民間案場：國○汽車、大電力、大電力(齊○科技)、中○航空。

後續擬規劃於智慧變流器資訊安全相關規範初稿訂定完成後，藉由

相關計畫於已符合慧變流器資訊安全相關規範的太陽光電案場，實際執行遠端操控及入侵，確保智慧變流器資訊安全相關規範之完整性，並供規範修改之參考依據。

#### (六) 研擬修訂太陽光電國家標準草案

國際上有關太陽光電產品之零組件、太陽電池、模組及系統之相關標準大致有 IEC、EN、UL 及 ASTM 等國際標準，標準檢驗局對於太陽光電相關之 CNS 國家標準也已陸續制訂完成。實際應用上，太陽光電模組之檢測驗證所採用之檢測標準大致可分為 UL(北美地區)及 IEC(歐、亞地區)兩大系列，CNS 國家標準係依據 IEC 國際標準調和而成。本年度計畫將繼續研擬太陽光電相關之 CNS 標準草案，以周全太陽光電產品相關規範。完成之太陽光電 CNS 國家標準制修訂草案如表 10 所列，詳細內容請參考附件六，另已邀請 CNS 技術標準專家召開標準草案之先期審查，加快未來送入標準局進行標準研定之速度。

表 10、完成 CNS 國家標準制修定草案

標準編號	標準名稱	工作說明
IEC 62788-1-6:2017	Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules - Part 1-6: Encapsulants - Test methods for determining the degree of cure in Ethylene-Vinyl Acetate	制訂 CNS 標準草案
IEC TS 62788-2:2017	Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules - Part 2: Polymeric materials - Frontsheets and backsheets	制訂 CNS 標準草案
IEC TS 62788-7-2:2017	Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules - Part 7-2: Environmental exposures - Accelerated weathering tests of polymeric materials	制訂 CNS 標準草案
IEC TS 61724-2:2016	Photovoltaic system performance - Part 2: Capacity evaluation method	制訂 CNS 標準草案
IEC TS 61724-3:2016	Photovoltaic system performance - Part 3: Energy evaluation method	制訂 CNS 標準草案

IEC 62509:2010	Battery charge controllers for photovoltaic systems - Performance and functioning	制訂 CNS 標準草案
IEC 60904-8-1:2017	Photovoltaic devices - Part 8-1: Measurement of spectral responsivity of multi-junction photovoltaic (PV) devices	制訂 CNS 標準草案

本年度太陽光電預定制修定之草案主要為太陽光電模組的封裝膠材、前板及背板的聚合材料、太陽光電系統性能等共七份，如下所示：

- 1、IEC 62788-1-6:2017 Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules - Part 1-6: Encapsulants - Test methods for determining the degree of cure in Ethylene-Vinyl Acetate，其相對應之 CNS 標準為 CNS 62788-1-6:xxxx 太陽光電模組材料量測程序-第 1-6 部：封裝膠－測定乙烯醋酸乙烯酯固化程度之試驗法。
- 2、IEC TS 62788-2:2017 Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules - Part 2: Polymeric materials - Frontsheets and backsheets，其相對應之 CNS 標準為 CNS TS 62788-2:xxxx 太陽光電模組材料量測程序-第 2 部：聚合材料－前板及背板。
- 3、IEC TS 62788-7-2:2017 Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules - Part 7-2: Environmental exposures - Accelerated weathering tests of polymeric materials，其相對應之 CNS 標準為 CNS TS 62788-7-2:xxxx 太陽光電模組材料量測程序-第 7-2 部：環境暴露－聚合材料之加速耐候試驗。
- 4、IEC TS 61724-2:2016 Photovoltaic system performance - Part 2: Capacity evaluation method，其相對應之 CNS 標準為 CSN TS 61724-2:xxxx 太陽光電 (PV) 系統性能-第 2 部：容量評估方法。
- 5、IEC TS 61724-3:2016 Photovoltaic system performance - Part 3: Energy evaluation method，其相對應之 CNS 標準為 CNS TS 61724-3:xxxx 太陽光電(PV) PV 系統性能-第 3 部：能量評估方法。

6、IEC 62509:2010 Battery charge controllers for photovoltaic systems - Performance and functioning, 其相對應之 CNS 標準為 CNS 62509:xxxx 太陽光電系統的蓄電池充電控制器－性能及運作。

7、IEC 60904-8-1:2017 Photovoltaic devices - Part 8-1: Measurement of spectral responsivity of multi-junction photovoltaic (PV) devices, 其相對應之 CNS 標準為 CNS 60904-8-1:xxxx 太陽光電裝置-第 8-1 部:多接面太陽光電 (PV) 裝置光譜響應度之量測。

研擬之太陽光電標準草案初稿請參考附件六。以下簡述太陽光電標準草案初稿之內容。

IEC 62788-1-6 2017 本部分定義用以量測太陽光電 (PV) 模組中所用乙烯醋酸乙烯酯 (EVA) 封裝片之固化程度的術語、試驗設備、試驗環境、試樣準備、試驗程序及試驗報告。本標準包含差示掃描量熱法 (殘餘焓及熔融/凝固法) 及含膠量法。材料或模組製造商可利用本程序驗證交聯添加劑的存在且具有活性。本程序亦可用以驗證模組的製造 (層壓) 流程, 實現品質及程序控制之目的。本程序亦可用於評估 EVA 配方的在一捲內均勻度, 並可比較每捲之間的 EVA 配方差異。本程序可用於未固化或最近固化的 EVA 片, 以及太陽光電模組中未固化或最近固化的 EVA。本試驗程序亦可用於 EVA 以外的交聯乙烯共聚物。本程序中用於量熱法量測的溫度, 已針對 EVA 進行優化。因此, 若將試驗程序應用於其他封裝材料, 則必須根據固化劑的活性溫度及/或基材的熔融/凝固溫度, 調整試驗溫度的範圍。

#### 1、主要方法的原理

DSC 殘餘焓及熔融/凝固法的結果, 可能會因 EVA 的配方 (是否有添加劑)、分子量或乙酸乙烯酯含量而有所不同。DSG 殘餘焓法亦可能隨 EVA 中原本即存在之過氧化物的類型及濃度而改變。由於 DSC 法提供的是「次要」的結果, 意即結果與受檢 EVA 的樣式有關, 因此需要一種較絕對的固化程度評估方法。「含膠量分析」法亦可描述固化程度的特性,

提供更完整詮釋的結果。要澄清的是，含膠量法並非直接量測固化程度，而是根據未交聯材料的溶解度，推斷固化程度。含膠量試驗可應用於任何 EVA 試樣，以量化固化程度，不論其熱史（包含來自現場模組的 EVA）為何。可透過針對主要方法的標準化試驗程序，解決附錄 A 所述含膠量試驗主要方法的部分限制。

## 2、主要方法及次要方法之限制

可使用各種方法評估 EVA 的固化程度，包含：動態機械分析（dynamic mechanical analysis, DMA）、流變固化計量、含膠量、膨脹比、差示掃描量熱法（DSC，殘餘焓法及熔融／凝固法）、壓痕測試、測振儀、超音波掃描顯微鏡、化學分析（包含傅立葉轉換紅外光譜及拉曼光譜）、機械伸長率，以及分光光譜儀（例：霧度量測）。儘管 DMA（在不同的可能應用中，可能係指在熔融狀態下進行的平行平板或錐平板流變學量測）能以最直接的方式驗證所需要的 EVA 機械特性，但此方法較麻煩。具體而言，DMA 需要相對大量的試驗材料，需要仔細地準備樣品，非常耗時，而且要使用專業的設備。但 DMA 的結果與 EVA 的分子結構直接相關，包含交聯密度及聚合物網路內交聯之間的平均分子量。使用旋轉儀器進行的流變計量，亦可直接檢驗機械性質。流變計量有許多與 DMA 相同的限制，包含大量樣品。其他方法具有所述之限制及要求。

IEC TS 62788-2:2017 主要是定義設計用於陸上太陽光電模組之聚合物前板及背板的非剛性聚合物材料，其安全與性能相關性質（機械、電氣、溫度、光學及化學性質）的試驗法及資料表報告要求。本標準中的試驗法定義如何以能代表其在模組中之使用的方式評估背板及前板材料及其元件的特性，其最終包含與封裝材或黏著劑等其他匹配元件之組合。本標準所述之方法，可輔助 IEC 61730 及 IEC 61215 系列定義之太陽光電模組等級安全及性能相關試驗。本標準亦定義用以評估聚合物背板及前板或其元件之固有材料特性的試驗法，資料表報告中可能需要此等資訊，

或可能有助於產品開發或太陽光電模組設計。剛性聚合物板材（亦提供機械支撐）可能需要其他考量。

1、背板及前板介面的附著力試驗共分為下列五項：

- (1) 前板或背板個別元件之間的附著力
- (2) 成品前板或背板內最弱附著力環節試驗
- (3) 太薄或太脆而無法剝離之材料層的附著力試驗
- (4) 背板或前板與封裝劑或邊緣密封之附著力
- (5) 背板與接線盒接著劑之附著力

2、前板及背板黏著試驗概述

黏著試驗的幾何形狀決定如何對多層樣品的介面施力。多層組合物中涉及的任何介面，都可能是堆疊中的最弱環節。可能發生材料層內的內聚破壞，而非在介面處發生破壞。若發生黏著破壞，則需要辨識應的介面。多層堆疊中若存在有緩衝層或脆性層，確實可能會妨礙對介面黏著的評估。在黏著剝離試驗中，剝離層類似槓桿的作用，可藉以將剝離力施加到堆疊的介面上。因此，包含其他因素在內，測得的黏著強度值取決於被剝離之槓桿的厚度、彈性及曲率。測得的剝離強度也是試驗幾何形狀（例：90°或180°剝離）的函數，且視幾何邊界條件而定，整個試驗過程中可能不斷變化，因而限制了再現性及在不同背板與前板產品之間做比較的能力。

IEC TS 62788-7-2:2017 主要是定義試驗程序，以描述太陽光電(PV)模組或系統中使用之聚合物元件材料的耐候性。本標準中的方法著重於聚合物背板及封裝劑，但亦可應用於其他材料。唯其並未作為準備的一部分而加以驗證。本標準內含人工耐候暴露組合，由整個耐候試驗中維持在穩定程度的穩態模擬太陽照射度、溫度及濕度條件組成。包含熱循環及濕／乾循環在內的週期性應力，將留待日後規範。本標準中的暴露旨在供其他標準參照，並作為太陽光電元件及模組研究與產品開發的輔

助工具。可針對特定的氣候／架設配置使用不同的暴露，並具體說明如何應用暴露補足該等標準（例：元件特性分析標準、模組驗證標準）。

### 1、 耐候方式共分為下列兩種方式：

#### (1) 自然耐候（natural weathering）

在安裝太陽光電模組的地點，因自然產生之氣候應力而造成的材料劣化。

#### (2) 人工耐候（artificial weathering）

使用設計用以模擬自然耐候之人工耐候試驗箱施加受控應力，而造成材料劣化。

### 2、 現場模組中聚合物元件條件之特性分析

考慮各種使用中的條件，以提供本標準所述的人工耐候暴露之情境。模組的溫度、照射度及濕度參數，係從參考地點的氣候資料搭配安裝配置及已建立的溫度模型推導而出。重點在於建立正午期間、當照射度及溫度達到最高且會發生大量因光分解而導致劣化時的代表值。

### 3、 元件與太陽光電模組之紫外線暴露的標準比較

太陽光電模組標準 CNS 61215-2 及 CNS 15118-2 要求在 60°C 的模組溫度下，進行模組的紫外線暴露試驗，且照射度位準最高至 250 W/m<sup>2</sup>（280 nm 至 400 nm）。在 CNS 61215 中，模組正面的總紫外線暴露劑量為 15 kWh/m<sup>2</sup>，在 CNS 15118 中，正面的總劑量為 60 kWh/m<sup>2</sup>，而背面的另外劑量為 60 kWh/m<sup>2</sup>。這些暴露可及早篩選出剛開始發生的劣化。應注意，此允許的光源及照射度設定點範圍可能導致實驗室或耐候裝置之間的試驗結果不一致，且可能導致不同於應用中觀察到的劣化模式。

IEC TS 61724-2:2016 主要是定義特定 PV 系統發電的量測及分析程序，旨在評估 PV 系統性能之品質。此試驗應用於相對較短時間週期（數日晴天）內運用。此程序中之實際 PV 系統發電係以系統設計參數為基礎進行測量，並與所觀察氣候之預期功率比較。在參考與量測條件下預期的功率，通常由試驗前所同意而用來計算電廠目標性能的設計參數導出。

遇電廠設計期間未開發功率模型者，可於附錄中展示提升透明度之簡易模型作為可能方法。本標準目的在明定框架程序，以進行晴天下量測所得之功率與 PV 系統預期功率之比較，與所測發電比較。本試驗程序為應用於併網之 PV 系統上，內含至少一變流器與相關硬體。系統性能係於下列兩狀態予以量化，一為變流器位在最大功率點追蹤 (MPPT) 時，二為系統功率受限於變流器輸出容量或互聯極限時，相較於依照射度自由發電之變流器，系統輸出較少 (若該條件有關聯)。此程序可用於任何利用系統性能相關照射度條件 (直射性或全天空(找 CNS 確認)) 之 PV 系統，包括聚焦 PV 系統。

## 1、試驗範圍、排程及持續時間

本試驗可應用於 PV 電廠多層級之一。試驗用戶需同意應用試驗層級，執行試驗之最小層級為可單獨於併網運轉之 AC 發電機組的最小層級。PV 電廠建造分為不同時期時，建議將試驗應用於最高層級，以涵蓋整個 PV 專案。但當電廠較小分組可併網時，則測試可應用於電廠較小分組。需要時，可於整個電廠完成之際，以涵蓋整個電廠的模式再次執行試驗，並考量預期衰減，包括來自相關各方接受的模型以及試驗前無法清洗整組陣列之髒汙程度。系統界限與試驗界限於各案例中皆需明確定義。某些 PV 模組於現場安裝後數小時或數日內出現可測的性能改變，其他則否。相關各方之間應依製造商指引就電廠達目標性能所需之日數或照射度暴露程度，以及實際安裝與內部連接日期之細節，協商試驗開始時間。任何亞穩度 (取決於之前運轉條件之模組效率改變) 與衰減假設 (包括長短時間常數者) 皆需經所有相關各方同意，並記錄為目標說明之一部分。

## 2、不確定度之定義

試驗不確定度須依 6.5 所述內容計算。不確定度之定義以及其在判定試驗結果合格 / 不合格所扮演之角色 (比較目標和測得功率) 應經過同意。強烈建議，於試驗前將此同意列入文件記錄。



### 3、降低不確定度之策略包括

- (1) 使用較高品質之照射度感測器，及／或各氣象站使用多個感測器的資料，首先捨棄來自故障或遮蔽感測器之錯誤資料，然後計算出各測量剩餘資料點之平均值。
- (2) 使用多個感測器增加冗餘性，或以文件記錄該參數之變化性。
- (3) 特別注意照射度感測器可能遮蔽與髒汙，以及正確平面(in-plane)調整。
- (4) 與鄰近處取得之其他類似測量比對資料，以快速偵測並解決問題；晴天時可直接比對資料，陰天時取決於感測器彼此距離，比對整合式資料可能更能確認問題。

IEC TS 61724-3:2016 主要是就試驗相關者所設定之實際氣候條件，相對於相同系統預期之電能，定義特定 PV 系統能量產出之量測與分析程序。能量產出特別針對系統操作（可用）之時進行特徵描述，系統未操作（不可用）之時則量化做為可用指標之一部份。氣候特徵如下：

- (1) 全球水平照射度（直射與散射亦可測量）
- (2) 周遭溫度
- (3) 風速
- (4) 降雨或髒汙

試驗不確定性須就 ASME 性能試驗規範 19.1、ISO/IEC 指南 98-1:2009、ISO/IEC 指南 98-3:2008、ISO 5725 或 ISO GUM 所述之以下方式計算。

降低不確定性之策略於取得資料前執行最佳，並含以下項目：

- (1) 使用更精確之日照計
- (2) 避免日照計之遮陰情形發生
- (3) 將資料與其他鄰近取得資料比對，以便快速發現解決問題。晴天時可直接比對資料；陰天時比對整合資料可更準確地找出問題。

IEC 62509:2010 主要制定陸上太陽光電 (PV) 系統中，與鉛酸蓄電池搭配使用之蓄電池充電控制器 (battery charge controller, BCC) 的基本運作及性能要求。旨在確保蓄電池充電控制器的可靠度，並將蓄電池壽命發揮極致。本標準應與 IEC 62093 搭配使用，該標準說明預定安裝應用的試驗及要求。

1、除蓄電池充電控制功能外，本標準亦涵蓋下列蓄電池充電控制特性：

- (1) 以太陽光電發電機為蓄電池充電
- (2) 負載控制
- (3) 保護功能
- (4) 介面功能

2、PV BCC 的性能及功能要求之類別

- (1) 蓄電池壽命保護
- (2) 效率
- (3) 使用者介面
- (4) 失效安全功能
- (5) 標示及文件記

IEC 60904-8-1:2017 為多接面太陽光電裝置光譜響應度 (Spectral Responsivity, SR) 之量測提供指引。主要對非聚光型裝置，但部分亦可適用於聚光型多接面太陽光電裝置。如 IEC 60904-1-1 所述，要求光譜響應度以分析測得之多接面太陽光電裝置的電流—電壓特性。IEC 60904-8 說明單接面太陽光電裝置的光譜響應度量測，而本標準則說明多接面太陽光電裝置光譜響應度量測的額外要求。本標準僅考慮雙端點多接面裝置中，個別接面層的光譜響應度量測。若為設計在聚光照射下使用之太陽光電裝置，且若該裝置是在沒有聚光光學元件的情況下進行量測，則本標準可適用。

1、一般考量

單接面太陽光電裝置光譜響應度量測程序的詳細說明，參照 IEC 60904-8。多接面太陽光電裝置光譜響應度量測程序要求相同的基本原理，但較為複雜，特別是在偏斜光及偏壓方面的要求。本標準依據單接面太陽光電裝置的光譜響應度量測原理，說明多接面太陽光電裝置光譜響應度量測的額外考量、要求及程序。因此，除本標準明確修改者以外，IEC 60904-8 的規定亦適用於多接面太陽光電裝置之量測。多接面太陽光電裝置由兩個或多個串聯的接面組成，每個接面會在不同的光波長頻帶中響應。對每個接面均有單獨連接的多接面太陽光電裝置，個別接面的光譜響應度量測，與 IEC 60904-8 所述使用適當連接的單接面裝置量測完全相同。

## 2、偏斜光

單接面太陽光電裝置的光譜響應度量測 (CNS 13059-8) 要求未指定光譜成分的偏斜光。對多接面太陽光電裝置，特定接面的光譜響應度量測要求該接面限流。可藉由對多接面裝置中的所有其他接面施加偏斜光，使量測期間，每個接面產生的太陽光電電流隨時都會大於待測接面產生的太陽光電電流，以達要求。除用於實際光譜響應度量測的單色光外，待測接面中的太陽光電電流有部分亦可能由照射至其他接面的偏斜光所產生。施加在多接面裝置有效區上的偏斜光，其空間不均勻度(如 IEC 60904-9 之定義)應小於 10%，相當於等級 C(class C)。對 n-接面裝置中待依次量測的每個接面，必須對裝置施加適當的偏斜光。最容易的達成方式為使用 n 個偏斜光源，而每個偏斜光源於相應接面之光譜響應度範圍內發射有限波長範圍的光。但亦有其他可能的解決方案，如具有合適濾光片的單偏斜光源，或是寬頻偏斜光源。

本計畫預計於 110 年研擬修訂 IEC 60904-1:2020 Photovoltaic devices - Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics 等 5 份標準；111 年研擬修訂 IEC 62788-1-7: 2020 Measurement procedures for

materials used in photovoltaic modules - Part 1-7: Encapsulants - Test procedure of optical durability 等 4 份; 112 年研擬修訂 IEC 62788-5-1: 2020 Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules - Part 5-1: Edge seals - Suggested test methods for use with edge seal materials 等 4 份，以完善太陽光電相關國家標準，並作為後續相關產品檢測之參考依據。

#### (七) 參與太陽光電國際標準組織會議、研討會或相關交流活動

為了解太陽光電相關國際標準修訂發展動態，本計畫參與IEC太陽光電國際標準工作會議，並派遣專職人員參加2020年舉辦之2020 IEC TC82 WG2標準制訂工作會議，參與正在修訂之多項太陽光電模組國際標準之討論，以掌握國際標準趨勢脈動。參與此類研討活動可及早取得最新的市場訊息，除提供試驗室進行設備佈局及技術規劃與發展，也可提供國內產業作參考，提升產品可靠度、性能及品質，加快產品應對新標準的速度。

本次參與之國際標準會議，討論最新太陽光電模組、材料及可靠度等標準制定及修訂最新進展及趨勢，主要涵蓋範疇如下所示，詳細資料請參考附件七。

##### 1、上次會議後已發行之標準

於今年四月份召開 IEC TC82 WG2標準制訂工作會議後所發行之標準包含封裝材料的測試、鹽霧腐蝕測試、太陽光電模組接線盒測試及太陽光模擬器分級等，統整如表11所示。

表 11、上次會議後所發行之標準

標準編號	標準名稱	發行日期
IEC 62938:2020	Photovoltaic (PV) modules - Non-uniform snow load testing	2020-05-14
IEC 62788-1-6:2017/AMD1:2020	Measurement procedures for materials used in photovoltaic	2020-05-26

Amendment 1	modules - Part 1-6: Encapsulants - Test methods for determining the degree of cure in Ethylene-Vinyl Acetate	
IEC 61701:2020 ED3	Photovoltaic (PV) modules - Salt mist corrosion testing	2020-06-11
IEC TS 63126:2020 ED1	Guidelines for qualifying PV modules, components and materials for operation at high temperatures	2020-06-22
IEC TS 62788-5-2:2020 ED1	Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules - Part 5-2: Edge seals - Durability evaluation guideline	2020-06-22
IEC 62790:2020 ED2	Junction boxes for photovoltaic modules - Safety requirements and tests	2020-07-15
IEC TR 63279:2020	Sequential and combined accelerated stress testing for de-risking photovoltaic modules	2020-08-21
IEC 60904-9:2020 ED3	Photovoltaic devices - Part 9: Classification of solar simulator characteristics	2020-09-18
10.IEC 60904-1:2020 ED3	Photovoltaic devices - Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics	2020-09-25
IEC 60904-4:2019/COR1:2020 Corrigendum 1	Photovoltaic devices - Part 4: Photovoltaic reference devices - Procedures for establishing calibration traceability	2020-09-25

IEC 62788-1-4:2016/AMD1:2020 ED1 Amendment 1	Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 1-4: Encapsulants – Measurement of optical transmittance and calculation of the solar-weighted photon transmittance, yellowness index, and UV cut-off wavelength	2020-10-15
--	---	------------

## 2、徵詢意見或投票中標準草案

此次會議尚在徵詢意見或投票中的標準草案如下所示。

- (1) 82/1798/NP Measurement procedures for electrically conductive adhesive (ECA) used in crystalline silicon photovoltaic modules – Part 1: Measurement of material properties [Closing date for vote 2020-12-11]
- (2) 82/1804/DTS IEC TS 63140 ED1 Photovoltaic (PV) modules – Partial shade endurance testing for monolithically integrated products [Closing date for vote 2020-12-25]

## 3、後續預定審查修改之標準

於10月IEC TC82 WG2標準制訂工作會議後預定審查修改之標準如表12所示。

表 12、會議後預定審查修改之標準

標準編號	標準名稱
IEC 61853-1:2011 ED1	Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating - Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating
IEC 61853-3:2018 ED1	Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating - Part 3: Energy rating of PV modules
IEC 61853-4:2018 ED1	Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating - Part 4: Standard reference climatic profiles

IEC TS 62788-7-2:2017 ED1	Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules - Part 7-2: Environmental exposures - Accelerated weathering tests of polymeric materials
IEC 60904-2:2015 ED3	Photovoltaic devices - Part 2: Requirements for photovoltaic reference devices
IEC TS 60904-1-2:2019 ED1	Photovoltaic devices - Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices

後續計畫將持續掌握國際(IEC)標準制訂方向，適時對其所要求之試驗內容進行評估及方法研究，以提供太陽光電產業界作為產品開發更有效之參考，並協助我國太陽光電產品更適用於國內環境。

#### (八) 辦理太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練及撰擬訓練總結分析報告

國際各驗證機構引用之太陽光電模組驗證檢測標準包括 IEC 61215、IEC 61646、IEC 61730-1與IEC 61730-2，並在2016年3月與8月已正式頒布新版的IEC 61215和IEC 61730系列標準，對太陽能模組製造品質提出了更嚴苛的測試要求，以確保模組在戶外使用可以長期穩定發電。

為因應新版標準內容及配合標準檢驗局對進入市場之產品要求，並因應太陽光電模組產品在台灣地區之使用需符合CNS所規範之精神，提升太陽光電檢測模組檢測及驗證之技術，和與國際太陽光電檢測標準最新修訂動態和檢測驗證機制接軌，本計畫於今年持續協助辦理「檢測驗證人員訓練」，邀請業界先進及相關人員參與課程、相聚與討論。

本次教育訓練已於10月7日完成辦理，教育訓練之課程表、當日活動照片及簽到表如13所示。

表 13、太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練課程表

日期	時間	講題	授課者
10月7日 (週三)	09:30~ 10:00	報 到	
	10:00~ 10:50	CNS 15114 及 CNS 15115 試驗標準內容講解	密○誌 工程師

	11:00~ 11:50	CNS 15118-1 及 CNS 15118-2 試驗標準內容 講解	密○誌 工程師
	12:00~ 13:30	午 餐	
	13:30~ 14:20	國際相關標準(IEC 61215-1, IEC 61215-2, IEC 61215-1-1, IEC 61730-1, IEC 61730-2) 最新版本測試項目及方法差異要求	楊○乙 工程師
	14:20~ 15:10	IEC TS 62804-1 太陽光電模組 – 電致衰減 (Potential Induced Degradation, PID)測試方 法 – 第一部: 結晶矽型太陽光電模組 試 驗內容講解	葉○帆 工程師
	15:10~ 16:00	考題評量 & 散會	

本次教育訓練共 5 家廠商參與，包括標準局人員與大電力試驗室人員，共 14 人出席，並於課程結束後進行評量測驗。相關課程內容請參考附件八。

本次測驗共 9 題如圖 4 所示，經分析學員評量測驗結果可得知，學員對於此次之課程內容皆已充份了解，後續計畫會再規劃不同的課程內容，如鹽霧試驗，供學員多方面的學習。





109年太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練  
評量測驗

1. 太陽光電模組檢測驗證標準，主要包含 2 類，「性能測試標準」及「安全測試標準」。請試回答以下問題：
  - A. 性能測試標準，分為【結晶矽】及【薄膜型】，標準號碼分別為 IEC \_\_\_\_\_/CNS \_\_\_\_\_；及 IEC \_\_\_\_\_/CNS \_\_\_\_\_。
  - B. 安全測試標準，分為【構造要求】及【測試要求】，標準號碼分別為 IEC \_\_\_\_\_/CNS \_\_\_\_\_；及 IEC \_\_\_\_\_/CNS \_\_\_\_\_。
2. 在 IEC 61215 結晶矽陸上太陽光電模組 - 設計確認和型式認可中，試問：
  - A. 性能測試條件 STC 電池溫度及 NMOT 模組溫度為 \_\_\_\_\_°C。
  - B. 承上，所需照射度分別為 \_\_\_\_\_ W/m<sup>2</sup>，及 \_\_\_\_\_ W/m<sup>2</sup>。
3. 在 IEC 61730 太陽光電模組之安全確認中，試問：
  - A. 熱循環測試(Thermal Cycling test)的循環週期為 \_\_\_\_\_ 次。
  - B. 濕熱測試(Damp Heat test)的循環週期為 \_\_\_\_\_ 小時。
4. 模組陣列所產生的高電位，造成模組內部與邊框的電壓差，會對整個模組發電功率造成衰退，稱為\_\_\_\_\_。(回答中英文皆可)其國際標準號碼為 IEC TS \_\_\_\_\_。
5. 在 PID 測試中，有 2 種環境壓力測試可供選擇：
  - A. 採濕熱測試(Damp Heat test)，模組溫度達 \_\_\_\_\_°C、艙內濕度達 \_\_\_\_\_%、測試時間達 \_\_\_\_\_ Hrs。
  - B. 採表面導電電極接觸，模組溫度達 \_\_\_\_\_°C、環境濕度 \_\_\_\_\_%(以下)、測試時間達 \_\_\_\_\_ Hrs、並在測試過程中施加目標系統電壓。

若對課程或承辦單位有任何建議，請不吝告訴我們進行改進。  
學員意見： \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

圖 4、太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練評量測驗題目

(九) 蒐集國內外太陽光電產品及標準檢測技術規範相關資訊，及撰擬  
分析報告

本工作項目主要為蒐集太陽光電產品趨勢及檢測技術或規範等相關資料，提供業者發展產品或相關服務使用，並供國內將來在新型式太陽光電產品和相關場域應用時訂定相關檢測技術規範參考使用。國內外太

陽光電產品及標準檢測技術規範之分析報告參考附件九，以下簡述太陽光電產品相關資訊分析報告內容：

### 1、市場趨勢

太陽能電池(PVC)材料，可依據不同時期所採用的材料及工藝，將太陽能電池分為四個世代：第一代矽晶型、第二代薄膜型、第三代概念型研發、第四代複合薄膜材料。圖5概述目前太陽能電池種類的數狀圖。

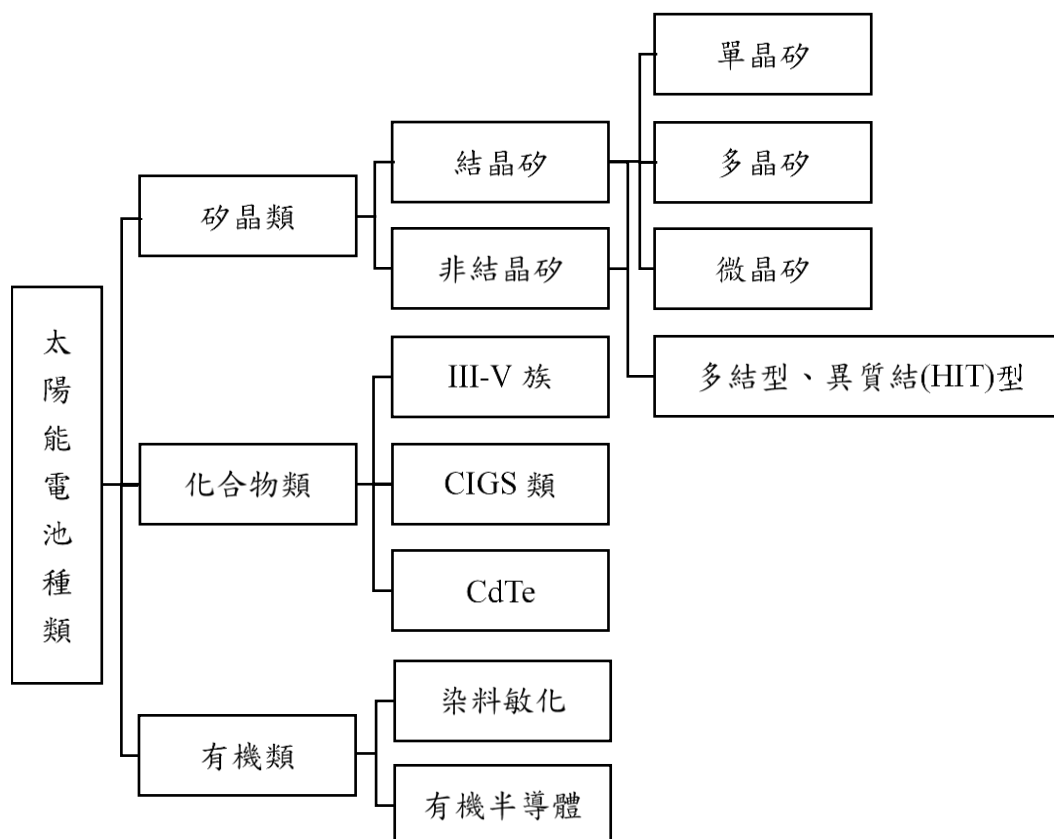


圖 5、太陽能電池種類

由於矽晶型(c-Si, Silicon)太陽能電池技術的成熟及隨之低廉的製造成本優勢，使得市場上 90%的太陽光電模組使用結晶矽的太陽能電池。而高效率的異質接面太陽能電池(Heterojunction with Intrinsic Thin Layer; HIT)雖然有著優異的性能表現，但由於技術門檻高使市占率極低。矽薄膜電池則由於光電轉換效率不及結晶矽的太陽能電池，因此市占率也不高。其他種類的薄膜太陽能電池包含碲化鎘(CdTe)與銅銦鎳碲(CIGS)，這兩種太陽能電池目前的市占率也極小，且裝置地點大多分布在國外，在台灣少見；III-V 族太陽能電池的光電轉換效率高，通常為地面設置，並

一般會搭配聚光鏡片成為聚光型太陽能發電系統來使用；有機太陽能電池目前則是尚未運用在大型發電站。

## 2、產業技術現況

本報告亦查詢多本參考文件、研究報告論文及網路資訊，整理如表 14 矽晶型太陽能電池技術一覽表，根據不同太陽能電池工藝技術分類，分別列出其主要使用技術、國內外製造產地、實驗室 Cell 理論效率、Cell 量產實際效率、Cell 量產理論最大輸出及製成太陽光電模組後之推估模組最大輸出。

表 14、矽晶型太陽能電池技術一覽表

太陽能電池技術 類型	技術說明	Wafer 類型	中國大陸主 要生產廠家	國際主要 生產廠家	國內生 產廠家	發電效率				備註
						實驗室 理論效 率	量產實際 效率	量產理 論最大 輸出 <sup>1</sup>	推估模 組最大 輸出 <sup>2</sup>	
BSF (或 AIBSF) (Back surface field) 背電場電池	PN 站製備完成 後，在矽片的背 光面沈積一層 鋁膜，稱為鋁背 場電池。	P 型單 晶及 P 型多晶	大多數廠家			NA	19 – 20 %	4.91W	286.00W	過去 主流
P-PERC (Passivated Emitter and Rear Cell) 射極及背面鈍化 電池	P 型矽片的基礎 上利用特殊材 料在電池片背 面形成鈍化層 作為背反射 器，增加長波光 的吸收，同時增 大 PN 極的電位 差。	P 型單 晶	通○、愛 ○、晶○、 潤○、東○ 日○、晶 ○、蘇○、 嘉○、阿○ 斯、天○光 ○、正○、 橫○東○	SunPower	元○、 明○、 茂○、 聯○再 ○	24.06%	21.5 - 23.25%	5.71W	332.48W	目前 主流
PERL (Passivated Emitter Rear Locally-diffused) 鈍化射極接面局 部擴散電池	PERL solar cells are one of the technologies of high efficiency solar cells and it is based on bifacial solar cell	N 型	雲○天○光 ○科技	SCHMID、 SunPower		25%	22%	5.41W	314.60W	

太陽能電池技術 類型	技術說明	Wafer 類型	中國大陸主 要生產廠家	國際主要 生產廠家	國內生 產廠家	發電效率				備註
						實驗室 理論效 率	量產實際 效率	量產理 論最大 輸出 註 <sup>1</sup>	推估模 組最大 輸出 註 <sup>2</sup>	
	concept.									
N-PERT (Passivated Emitter Rear Totally-diffused) 鈍化射極接面全 擴散電池	在 PERC 電池鈍 化層基礎上，進 行全面擴散加 強鈍化效果。	N 型單 晶	英○、航○ 機電	LG		25.7%	23.2%	5.70W	331.76W	未來 趨勢
P-TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact) P 型-穿隧氧化層鈍 化接觸電池		P 型單 晶				22.8 – 23.6%	N/A	N/A	N/A	效能 不如 N-type TOPC on，廠 商不 願投 入
N-TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact) N 型-穿隧氧化層 鈍化接觸電池	在電池背面製 備一層超薄氧 化矽，與沈積的 矽薄層共同製 備鈍化接觸結 構。	N 型單 晶	L○、中○、 天○、國○ 電○、普○ 新能源			25.7 – 26.7%	23.91%	5.87W	341.91W	未來 趨勢

太陽能電池技術 類型	技術說明	Wafer 類型	中國大陸主 要生產廠家	國際主要 生產廠家	國內生 產廠家	發電效率				備註
						實驗室 理論效 率	量產實際 效率	量產理 論最大 輸出 註 <sup>1</sup>	推估模 組最大 輸出 註 <sup>2</sup>	
IBC (Interdigitated Back Contact Solar Cell) 叉指狀背接觸電 池	將正負電極都 置於電池背 面，減少正面電 極反射光帶來 的能量損失。 IBC 可設計為雙 面型電池使用。	N 型單 晶	天○、晶 ○、海○、 英○、中 ○、普○新 能源	Kaneka Corporatio n、 Sunpower		25.5 – 26.6%	單面： 25.2% 雙面： 正面： 21.6% 背面： 15.9%	6.19W	360.36W	未來 趨勢 成本 高、技 術高
HIT (or HJT) (Hetero-Junction with Intrinsic Thin Layer) 異質接面電池	具有無雜質非 晶層的異質 結，在電池片同 時存在晶體和 非晶體的矽，非 晶體能更好實 現鈍化效果。	N 型單 晶	鈞○、中 ○、晉○、 漢○、清○ 紫○、愛 ○、彩○、 中○新能 源、東○日 ○、普○新 能源	Panasonic(日)、 Kaneka Corporatio n、長州產 業(日)、 INES(法) 、 Sunpreme (美)、Solar City/Tesla(美)、 Hevel(俄) 、Eco Soliver(匈)		23.5 – 26.3%	21.5 – 24%	5.90W	343.20W	未來 趨勢

太陽能電池技術 類型	技術說明	Wafer 類型	中國大陸主 要生產廠家	國際主要 生產廠家	國內生 產廠家	發電效率				備註
						實驗室 理論效 率	量產實際 效率	量產理 論最大 輸出 註 <sup>1</sup>	推估模 組最大 輸出 註 <sup>2</sup>	
				、3 Sun(義)、 First Solar(美)						
HBC (Hetero-Junction Back Contact) 異質接面背接觸 電池	HBC(Heterojunc tion Back Contact)電池是 將 HIT 異質結電 池與 IBC 相結合 的結構。	N 型單 晶	普○新能源	Sharp Corporatio n	聯合再 生	25.6 – 26.7%	25.09%	6.16W	358.79W	

備註：

1.Cell 量產理論最大值，規格以 Cell 尺寸 M2(156.75)、單結晶矽、單面發電為主。

2. 推估模組最大效率，規格以 60 Cell full size、Cell 尺寸 M2(156.75)、單結晶矽 CTM 3%、單面發電為主。

### 3、矽晶片檢測方法

- (1) 目視檢測技術(Visual Inspection Technology)：為最頻繁簡易的目視外觀瑕疵的方式。
- (2) 聲光效應檢測技術(Photoacoustic)：利用聲光顯微鏡(Photoacoustic Microscopy, PAM)觀察矽晶片表面結晶(成核)時的堆疊缺陷(Stacking Fault)，其操作方法為在直徑約 10 $\mu$ m 的受測區域內，使用聲光調變器(Acousto-Optic Modulator, AOM)調變光源頻率進行照射，使被照射區域受不同頻率的刺激振動，並利用壓電陶瓷(PZT Ceramics)偵測所產生的彈性波(Elastic Wave)訊號，比較其與無缺陷對照組樣品的不同，且可透過藉由振幅大小可推算缺陷深度。此檢測技術受限於採用掃描的方式進行，無法一次性作大面積檢測，因此不適用於量產規模的線上即時檢測。
- (3) 熱影像檢測法(Thermography)：分為使用穩態熱源與非穩態熱源之熱影像檢測，並使用「鎖相原理」(Lock in Principle)將溫度、功率與相位等訊號導入運算，可輸出不同溫度、功率及相位的振幅與改變熱影像圖，並可與穿透式電子顯微鏡(Transmission Electron Microscopy, TEM)、掃描式電子顯微鏡(Scanning Electron Microscope, SEM)或電子束誘發電流儀(Electron Beam Induced Current, EBIC)等其他檢測方式進行驗證比較。
- (4) 激發螢光影像檢測法(Luminescence)：主要分為電激發螢光(Electroluminescence, EL)及光激發螢光(Photoluminescence, PL)兩種檢測方法；隨著近紅外光感測元件 CCD 解析度技術的進步，所能取得的螢光密度分佈圖越來越清晰，目前已是業界最主流、普遍及最常使用的檢測方法；其在矽晶片的檢測方法主要以照射高能量(短波長)的光，在電池片的檢測則是於正負極導入穩定電壓電流，並利用半導體材料部份電子吸收足夠能量後會釋放光能或聲能的特性進行影像拍攝；分析激發螢光的圖片資料，再對應光譜中的特徵，可得知矽晶片表面及表面下的缺陷，甚至對電池片產品可分析其材料摻雜的雜質種類、能隙大小、化合物中的組成成分、奈米材料之量子



點的尺寸、載子傳輸路徑與生命週期等重要訊息。

- (5) 電子光斑檢測法(Electronic Speckle Patterns Analysing)：發展初期及雛型為 1971 年提出的光斑干涉技術，是利用雷射光照射在待測物及一面參考分束透鏡上，並使用電視攝影機(Television Camera)捕捉兩道入射的反射光，於待測物變形前後各擷取一光斑圖形，再將兩次圖形的照度相減獲得干涉條紋圖，藉由分析干涉條紋圖獲得物體表面靜態或動態的位移。隨著時代的推移，在理論上的逐漸完善、光電接收器、資料儲存媒體及演算法技術的進步下，電子光斑檢測技術亦逐漸成熟；目前所蒐集針對矽晶片品質檢測較新的電子光斑檢測方法，依據光斑干涉術光路架構的不同，可分為面內及面外量測系統，藉由待測物變形前後產生的光斑強度及相位變化，經過影像處理後可獲得亮暗相間的干涉條紋，條紋的分佈與數量即代表待測物變形的位移量，以此建立太陽能電池或矽晶片(Wafer)受熱產生變形與干涉條紋的關係，即可依照缺陷的深度區分檢測出受測物體的貫穿裂縫、表面裂縫與表面刮傷三種主要缺陷的徵狀。

#### 4、研究結論

目前國際標準規範對矽晶片(Wafer)及太陽能電池片(Solar Cell)並無制定可靠度及安全性相關規範，此外，雖然對電池片性能有相關量測方法，但對矽晶片(Wafer)的性能及品質亦無制訂相關標準。目前台灣為因應 VPC 高效能太陽光電模組制度的發展及需求，已針對太陽能電池片做出相關可靠度、安全性及性能的規範，未來可持續關注並蒐集國際標準組織對相關產品規範的發展，持續改善已有規範內容，甚至可朝推廣或開啟相關議題的方向去考慮與推動。至於矽晶片(Wafer)產品的相關規範，因主要由中國大陸生產與使用，預期其話語權較大，則可能需觀察其在相關國際標準組織中是否有提出相關規範的訊息。

太陽光電模組發展至今已進入相當成熟的階段，其相關國際標準及國內規範亦是最齊全，但目前 IEC 國際標準組織的工作小組仍不斷有新的測試方法及構想，不外乎為改善現有測試流程、在更符合實際使用狀況及測試所需成本及

耗時之間做出更好的平衡、甚至思考在縮短測試時間的前提下仍符合測試的精神及效果，以有效降低所需相關成本，增加商品競爭力及新產品進入市場的活力。建議應持續參與每年 IEC 國際會議，以便掌握相關規範的發展脈絡及議題的結論或建議，將有助國內產業發展、國家標準制訂及相關政策的制訂與調整。

太陽光電發電系統目前也已達發展成熟的階段，亦已有相關國際標準對其安全性、可靠度、性能及維運做出規範，唯近年因日本、中國等地區因風災造成太陽光電發電系統的損壞，因此帶出太陽光電系統支架是否也需標準規範的議題。目前系統支架已由工○院綠○所著手蒐集、並研究相關議題及需求，預期相關成果可使台灣地區、甚或其它有需求之地區有效避免之架結構或強度的問題所帶來的災害。

後續工作項目擬規劃評估高效能太陽光電模組(雙面型及大尺寸)檢測能量，以確保太陽光電模組相關檢測能量符合未來業界產品檢測所需，並供未來建置高效能太陽光電模組相關檢測能量之參考。

(十)與太陽光電相關學術單位技術合作，並參與國際相關研討會及發表論文

本工作項目將依照計畫需求與相關學術單位合作，並參與國內外太陽光電研討會等相關活動，提升研究中心學術研究能量。此次技術合作之對象為國立雲○科○大學的曾○寬老師，曾老師研究之領域為材料科學及材料分析等，希望能藉由曾老師對於材料分析的研究專長，來探討太陽光電模組長期安裝於戶外時造成的老化及衰退現象。本工項目已於10月底前完成，參與研討會相關資訊及發表之論文簡述如下。

#### 1、參與研討會名稱

International Conference on Sustainable and Renewable Energy Engineering (ICSREE)。

#### 2、研討會舉辦日期

2020年10月5日至6日

#### 3、研討會論文題目

## Accelerated Aging test and estimate of Hight Exposure for Photovoltaic Modules

### 4、論文主要內容

本篇論文主要是藉由溫度、濕度及高照度加速老化的循環，去模擬25年的模組衰退情形，該模組主要衰退的原因是由於光致衰退(light-induced degradation, LID)所造成的。後續計畫擬規劃一些破壞性的量測，去查看加速老化及序列測試對太陽光電模組零組件的影響。

### 5、論文刊登

本論文已被收錄於「International Conference on Sustainable and Renewable Energy Engineering」之論文集第141頁至第145頁如圖10所示。

# High Light Intensity Accelerated Aging Test and Evaluation of Solar Photovoltaic Modules

Y. K. Tseng, J. L. Kwo, C. Y. Gao, C. H. Lin, B. C. Kuo

**Abstract**—Solar photovoltaic is an important option for clean energy, and countries around the world are actively promoting it. However, the power generation efficiency of solar power plants affects the willingness of investors, and the evaluation of the benefits is by testing the power generation efficiency and durability. At present, the main test is accelerated aging test and then measuring its power generation. The main items are thermal cycle test, damp heat test, and UV precondition test. However, the current accelerated aging test results of solar photovoltaic modules are not consistent with outdoor aging trends, that is, it is impossible to accurately estimate the power generation benefit. The difference between them may be caused by the difference between ultraviolet light and sunlight. Therefore, this research plans to improve the accelerated aging test, in addition to the alternating impact of temperature and humidity, in addition to selecting a full-spectrum light source and increasing the illuminance. The full-spectrum light source used will simulate as much as possible the effect of sunlight illuminating the solar photovoltaic module, and the aging factors caused by energy from ultraviolet to infrared can be covered. The amount of energy will affect the reaction rate, so increasing the illuminance will accelerate the accumulation of irradiance, which will accelerate the aging and shorten the test time. The test in this study obtained quite good results. The attenuation trend of the power of the solar photovoltaic module against the cumulative irradiance is consistent with the outdoor aging mode. Moreover, the test method of using 3 times sunlight and temperature and humidity cycle can simulate the aging behavior of solar photovoltaic modules in outdoor operation. Exposure for 12 days can simulate 5 years of outdoor operation, and 25 days can simulate 10 years of outdoor operation.

**Keywords**—Full spectrum light source, High light intensity accelerated test, Light induced degradation, Solar photovoltaic module

## I. INTRODUCTION

THE solar energy industry is different from the general industry. The photovoltaic module itself is not a terminal product. The electricity produced after the solar power station is built is the source of the final investment profit. Based on the current status of the industry, photovoltaic module manufacturers need to provide a 25-year quality assurance that the attenuation rate of power generation cannot be greater than 20% for their own products. The investor will use this basis to evaluate the investment cost of the power station and the annual income from selling electricity. Under the ideal situation guaranteed by the module manufacturer, the bank uses the results of the investor's evaluation of the power station to issue a loan with the power station as a guarantee, so that the module manufacturer and investors can profit.

Y. K. Tseng is with the National Yunlin University of Science and Technology, Yunlin, Taiwan 64002 ROC. (corresponding author, phone: 886-5-534-2601; fax: 886-5-5312033; e-mail: kuan@yuntech.edu.tw).

J. L. Kwo, is with All Real Technology CO., LTD., Kaohsiung, Taiwan 82151 ROC. (e-mail: pwhite\_kwo@allreal3a.com).

The quality assurance currently provided by photovoltaic module manufacturers is based on the international standards IEC 61215 and IEC 61730. These two specifications are formulated by the International Electrotechnical Commission (IEC) for the mainstream polysilicon solar cells (Poly-(silicon) cells) in the current market. The content includes quality and safety guarantees. However, with the advancement of technology, the current regulations can only provide sufficient guarantees for safety, which are obviously insufficient in terms of functional characteristics. In the current situation, the modules used in the construction of the solar photovoltaic station have passed the certificates of IEC 61215 and IEC 61730. However, it is often found after several years of operation that the power generation decay rate of some power stations far exceeds the manufacturer's guarantee, with a decline of less than 20% within 25 years, but there are also a few power stations whose power generation decay rate after 25 years of operation better than the manufacturer's guarantee. It shows that the fundamental problem is that the existing specifications cannot effectively distinguish between qualified and unqualified modules.

Furthermore, high-quality module manufacturers will not be able to highlight the advantages of their own products by obtaining qualifications, and will lose out to manufacturers who use low-cost modules to produce inferior modules in the initial sales competition. These low-cost modules seize the market share of high-quality products at low prices for the existing standards cannot distinguish good from bad. Banks are unwilling to use power stations as collateral for loans because they cannot effectively provide guarantees for 25 years of operation. Greatly increase the difficulty of financing investment in power stations. Because it is not easy to raise funds for power station investors, they have to use low-cost modules to build power stations, thus falling into a vicious circle. As a result, even if the solar energy industry has policy support, funds cannot be effectively invested in the correct goal, and the level of the industry cannot ultimately be improved.

How to correctly evaluate the full life of solar photovoltaic modules and the long-term solar power attenuation rate has become the most important key. The best way is to put the module outdoors for 25 years and observe the changes in the annual power generation. But module manufacturers can't wait, nor can power plant investors. Therefore, this study is to comprehend the aging trend and mechanism of solar

C. Y. Gao is with the Taiwan Electric Research & Testing Center, Taoyuan, Taiwan 328453 ROC. (e-mail: chiayuan@ms.tertec.org.tw).

C. H. Lin is with the Taiwan Electric Research & Testing Center, Taoyuan, Taiwan 328453 ROC. (e-mail: hank@ms.tertec.org.tw).

B. C. Kuo is with the Taiwan Electric Research & Testing Center, Taoyuan, Taiwan 328453 ROC. (e-mail: sckuo@ms.tertec.org.tw).

## 圖 6、論文刊登頁面

### 6、後續規劃

後續規劃將延續今年之研究成果，藉由實際的加速老化試驗，模擬太陽光電模組於 5 年後之衰退情形，並藉由相關破壞性的量測，如封裝材料 EVA 的黃化現象，分析其相關零組件的老化情形，以及對太陽光電模組所造成的影響。

#### (十一)辦理太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會議及擬會議總結分析報告

為推廣太陽光電模組自願性產品驗證並使其更趨完善，本工作項目辦理太陽光電模組自願性產品驗證推廣座談會，廣邀各界共同與會，其中以太陽光電產業界及國內實驗室為邀請主體。座談內容包括簡報自願性產品驗證實施以來之概況，並討論實施過程中所遇之問題與未來之挑戰。

本次太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會於109年10月8日辦理，地點於本中心101會議室，相關議程內容如下表15所示。

表 15、太陽光電模組 VPC 推廣座談會議程

日期	時間	活動	講者
10月8日	10:00~10:30	報到	
	10:30~10:40	「VPC 發展現況簡述」	郭○成 工程師
	10:50~11:20	「109 年太陽光電產業問卷調查簡報」	郭○成 工程師
	11:20~11:50	「111 年後 VPC 發展探討」	郭○成 工程師
	12:00	散會	

明年(110 年)將達 VPC 認證的階段性目標(從 106 年開始，4 年為一期)，因此須對「台灣高效能太陽光電模組技術規範」中對太陽光電模組輸出性能要求重新評估。在問卷中詢問 111 年 VPC 相關評定標準，廠商希望模組性能評定標

準以「模組輸出」為主，且希望 111 年模組輸出為 320W 或 330W(調查各佔一半)，並希望電池效率應達 22.2%。另一方面，因大陸 Wafer 尺寸往大型化發展，超過半數的廠商認為 111 年電池片尺寸將會以 M6(邊長 166mm)為主，因此，在電池片效率為 22.2%，且模組規格為 60 Cell 全電池片模組並 CTM 為 2%的條件下，其輸出應約為 360W；同樣電池效率若為 120 Cell 半切片模組，則輸出應約為 365W。

綜觀今年各廠商對 VPC 的議題反應、問卷回覆及相關討論，從過程中可知目前太陽光電產業的難處及掙扎；廠商希望 VPC 以較低的模組瓦數門檻繼續維持 FIT 6%的優惠，但市場的技術現實是大陸掌握電池片基材(Wafer)的來源，並正朝大尺寸(M6、M8、M10、G12)發展，迫使台灣電池製造廠亦需投入成本改變生產線，太陽光電模組也須因應電池片的放大更改設計並向上提高瓦數。

後續可藉由相關計畫持續辦理太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會，藉由該會議與業者不斷的溝通及意見交流，以利台灣高效能太陽光電模組技術規範制修訂之作業，並藉此促使廠商不斷精進，以達更高之產品設計及製造品質水準。

## (十二) 辦理太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性評估

本工作項目主要之目的，是要在試驗室投入相關資源進行此項作業前，先了解現有設備是否足夠應付標準規範所訂試驗條件。故，本工作項目將先搜尋國內外相關資料，包含標準、檢測方法及所需設備，並視需要進行採購設備規格之規劃，以利後續投入相關資源之參考。以下簡述報告內容。

### 1、參考文獻及標準內容簡述：

- (1) IEC 62788-1-4：太陽光電模組使用材料之量測程序-第1-4部分：封裝材－光學透射率之量測以及太陽能加權光子透射率、黃度指數與紫外線截斷波長之量測：

本標準說明太陽光電模組(PV)封裝材材料之光學透射率量測方法。本文件所述的標準化量測方法，係以量化方式量測太陽能電池封裝層所期望的透射率。同時根據後續太陽能加權透射率之計算結果，於各種材料之間進行比較。本程序書也根據未受風化影響材料的量測結果，用於封裝材料製造商資料表、製造商材料或流程發展、製造商品質控制(材料允收性)，或用於模組性能之分析。

本評估報告參考此份文件內容包含：

- A、測試所須用器具：標準文件內容已有建議測試所須用器具，此為最初步評估試驗室測試設備是否齊備，以評估試驗室目前進行黃化試驗的可行性，及協助試驗室研擬設備採購建議。
- B、測試樣本的準備：了解樣本的準備過程需要何種環境及養治手法，有助於瞭解目前環境控制設備、監控設備及樣本養治所須器械是否已滿足規範，以評估試驗室目前進行黃化試驗的可行性，及協助試驗室研擬設備採購建議。
- C、量測程序：了解量測程序有助釐清除標準文件所建議測試所須用器具以外，是否有其他周邊配件及設備亦須被滿足，也是評估試驗室進行黃化試驗可行性，及協助試驗室研擬設備採購建議所須方向。

- (2) IEC 60904-3：太陽光電裝置-第3部分：利用參考的光譜照射度資料量測地球太陽光電(PV)裝置之原則：

描述了確定PV設備電氣輸出的基本測量原理。本標準中給出的原理旨在將太陽光電設備的性能等級與常見的參考地面太陽光譜輻照度分佈相關聯。此外，本文件中提供參考地面太陽光譜輻照度分佈。

本評估報告參考此份文件因試驗過程的光源及分光光度計獲得太陽加權透射率時，應根據IEC 60904-3所述規範內容及改良式梯形整合技術。

- (3) ISO 291:2008：塑膠材料-養治與測試標準大氣：

本標準規範各種塑料及各類式樣在試驗室或測試艙平均環境條件的恆定條件下進行狀態調節和試驗的規則。

本評估報告參考此標準規範是因測試樣本養治的環境溫度、濕度、大氣壓力皆有其條件，試驗室或樣本養治的艙體須透過相關設備或監控儀器來滿足條件。

- (4) ISO 13468-2:1999：塑膠材料-透明材料整體透光率之判斷-第2部分：雙光束儀器：

在IEC 62788-1-4黃化試驗中相當重要的積分球測試儀，其相關建議基本規格由本文件進行描述。本文件涵蓋在光譜的可見光區域內測定平面透明度，和無色塑料的總透光率的測試流程與所使用雙光束掃描分光光度計的建議規格。本文件描述內容不適用包含熒光材料的塑料，僅適用於厚度不超過10 mm的透明模塑材料，薄膜和片材。

- (5) ASTM E424-71:2007：板材太陽能透射率與反射率(地球)標準測試方法：

本文件描述板狀(片狀)太陽光電材料的透射率及反射率測試方法。由於在進行IEC 62788-1-4中之黃化試驗時亦有參考本文件相關測試方法並使用到分光光度計，因此亦將參考本文件進行評估。

## 2、標準所需設備規格

目前本中心尚未購置可供實施IEC 62788-1-4相關測試內容之設備，僅有一台「分光光度計」(Spectrophotometer)，標準所需規格與實驗室現有規格對照如表16所示。

表 16、標準所需規格與實驗室現有規格對照

項目	所需設備規格	標準局現有設備規格
量測波長範圍	250 to 2500 nm	175 to 2600 nm
感測器(nm)	PMT(光電倍增管):200~870	PbS(硫化鉛感測器)
	InGaAs(銦鎵砷感測器):870~1650	
	PbS(硫化鉛感測器):1650~2500	



積分球直徑 ( $\phi$ /mm)	150	60
波長增量(nm)	1	0.01
入射角	90°	20° to 60°

### 3、結論

由標準所需規格與實驗室現有規格對照表可以得知，目前現有設備之其積分球直徑及入射角無法滿足標準所需設備之規格。後續在進行採購設備規格訂定時，將根據黃化試驗相關標準規範內容及實驗室的實際需要，進行細部的調整及要求，才能在有限成本下獲得最大效用。

#### (十三) 辦理太陽光電模組背板剝離測試可行性評估

本工作即根據目前最新更新之國際標準規範IEC 61730-2所要求之測試內容，進行太陽光電模組背板剝離評估測試並提出報告。主要目的為透過實際測試的過程，使試驗室相關人員與工程師熟悉標準規範所要求之內容，並提升人員技巧與熟練度，以利未來提供有此測試需求的業者具效率與準確的檢測服務。此次測試之背板剝離測試將採用一般常見的60片單晶矽太陽光電模組，相關太陽光電模組背板剝離評估測試規劃如下，除此之外，本工作項目已於10月底前完成。

#### 1、測試樣品(如圖7所示)

- (1) 廠牌:RITEK
- (2) 型號:RT-MM60-305
- (3) 晶片類型:單晶
- (4) 電池片數量:60片
- (5) 模組輸出最大功率:305 W

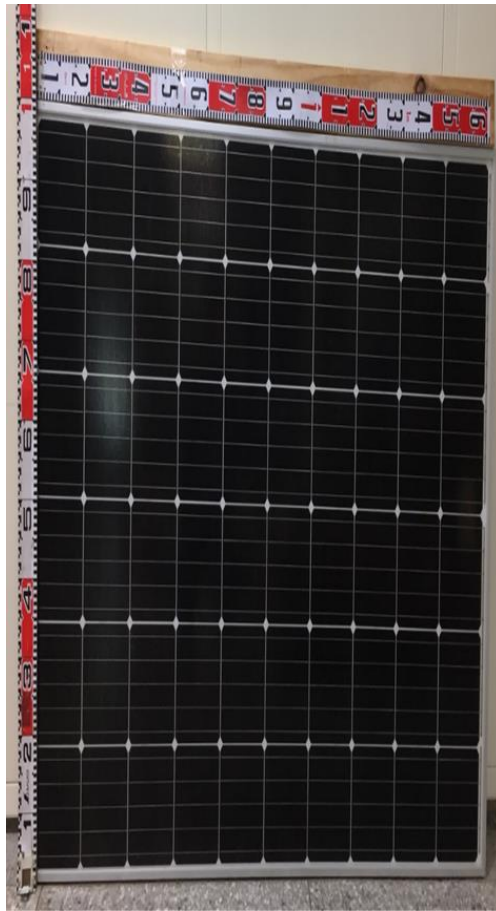


圖 7、測試樣品

## 2、測試設備(如圖8所示)

- (1) 型號:TD-E820SP
- (2) 太陽能模組測試機構

X、Y方向電動馬達調整方式、測試Z軸含力量感應器、測試速度0.5~1000 mm/min數位設定、力量感應容量50 kg、90度維持跟隨控制數位自動控制讓測試維持90度角。



圖 8、太陽光電模組剝離測試設備

### 3、測試結果

此次剝離試驗結果如表17所示。

表 17、太陽光電模組剝離測試結果

剝離試驗		判定
若未處理時(M1) 算術平均 [kgf]	10.21	N/A
序列 B 應力試驗後(M2)算術平均值[kgf]	9.39	N/A
$\frac{\sum_1^n M2}{\sum_1^n M1}$	0.91	合格

備考：

$$0,5 < \frac{\sum_1^n M2}{\sum_1^n M1}$$

#### 4、結論

本試驗係判定絕緣材料作為穩固黏接之資格。其應提供太陽光電模組疊層為剛性與可撓性或可撓性與可撓性構造不同層間之黏接耐久性的可信度。試驗方法取自 ISO 813，並決定前板或背板上黏合之聚合物材料間的黏著強度。依本次的剝離試驗如報告表中，若未處理時算術平均(M1)與序列 B 應力試驗後算術平均值(M2)，其 M2 與 M1 的比值為 0.91，是大於 CNS 15118-2 中所規定的 0.5，因此，判定剝離試驗 MST 35 是合格。該結果說明在經過序列 B 濕熱試驗、UV 前處理和濕冷凍試驗等項目測試後，其黏接度依然可以達到標準的要求。故，當模組置於戶外時，如經過天候的變化，仍可保有模組的安全性。

#### (十四) 參與太陽光電國際相關單位技術交流及能力比對試驗

本次計畫標的為確保國內實驗室在太陽光電模組量測之正確性和提升試驗品質，因此，計畫將規劃與國際知名太陽光電相關研究之組織德國Fraunhofer進行太陽光電之交流並進行能力比對試驗，促使國內相關太陽光電模組檢測單位之檢測技術，與國際相關檢測及研究機構的檢測技術同步甚至超前。

德國Fraunhofer是歐洲最大的應用科學研究機構，該機構於德國弗賴堡成立太陽能系統研究所，其研究項目包含太陽能電池、太陽光電模組、太陽能系統等，因此，期望藉由此次的技術交流及能力比對，可蒐集其關鍵技術與經驗，並確保國內相關單位之檢測結果與國際級實驗室之一致性。

本工作項目已於10月底前完成，此次技術交流內容除了討論能力比對之結果外，還針對未來太陽光電模組發展趨勢探討，相關內容簡述如下，詳細內容請參考附件十四。

##### 1、能力比對樣品規格

##### (1) 最大系統電壓(V)

1500

(2) 最大功率( $P_{max}$ )(W)

315

(3) 最大功率電壓( $V_{mp}$ )(V)

33.81

(4) 最大功率電流( $I_{mp}$ )(A)

9.32

(5) 開路電壓( $V_{oc}$ )(V)

39.82

(6) 短路電流( $I_{sc}$ )(A)

9.92

(7) 模組尺寸(mm)(長) × (寬) × (高)

1,640 × 992 × 40

## 2、能力比對試驗執行步驟

- (1) 規劃能力試驗執行計劃，徵求參與實驗室
- (2) 準備樣品及樣品穩定性監測
- (3) 傳遞樣品給各參加實驗室做測試
- (4) 樣品傳遞完成後之穩定性監測
- (5) 收回測試結果及統計分析
- (6) 技術分析與建議

## 3、能力比對判定基準

根據ISO/IEC 17043：2010《適合性評價－能力試驗的一般要求事項》裡記載的統計公式，用En值來評價，當En值的絕對值不超過1，技術能力並評價為“合格”。

## 4、能力比對測試條件及方法

測試條件：STC量測(照射度1000 W/m<sup>2</sup>，25 °C太陽電池溫度，且具有CNS 13059-3之參考太陽光譜照射度分布)。

## 5、樣品傳遞方式

本次能力試驗是由財團法人台灣大電力研究試驗中心光電與照明實驗室協辦，因此能力試驗樣品在傳遞前，先由該實驗室完成穩定性監測，然後開始將各樣品傳送至參與能力試驗之實驗室執行測試。樣品之狀態由該實驗室進行最終確認。

## 6、比對數據

此次能力比對主要是比較太陽光電模組做完前處理累積照光後所量測出的最大功率及短路電流等相關數值。德國Fraunhofer與本中心實驗室於光致衰退(light induce degradation, LID)所量測之數值分別如表18及表19所示。

表 18、太陽光電模組於 LID 後所量測之數據(德國 Fraunhofer)

	Isc [A]	Voc [V]	Impp [A]	Vmpp [V]	Pmpp [W]	FF [%]	Eta [%]
TS60-6M3-325 H1	10.16	40.51	9.66	33.54	324.13	78.74	19.38
RT-MM60-315	9.79	40.04	9.29	32.81	304.95	77.82	18.74
RT-MM60-305	9.60	39.84	9.11	32.31	294.27	76.91	18.09

*Absolute values of calibration after light induced degradation (LID, 20 kWh/m<sup>2</sup> resp. 40 kWh/m<sup>2</sup>)*

表 19、太陽光電模組於 LID 後所量測之數據(大電力)

	Isc [A]	Voc [V]	Impp [A]	Vmpp [V]	Pmpp [W]	FF [%]
TS60-6M3-325 H1	10.35	40.53	9.90	33.15	328.15	78.26
RT-MM60-315	9.95	40.05	9.53	32.50	309.56	77.68
RT-MM60-305	9.81	39.88	9.31	31.92	297.08	75.89

*Absolute values of TERTEC measurement after light induced degradation (LID, 20 kWh/m<sup>2</sup> resp. 40 kWh/m<sup>2</sup>)*

經由雙方實驗室量測結果，並由 Fraunhofer 數值為基準值以百分比差計算結果如表 20 所示。由結果可以雙方實驗室之量測之最大功率，其百分比差之平均值為 1.24 %，另藉由 En 值計算公式可得其 P<sub>mpp</sub> 最大百分比差之 En 絕對值為 0.34。

表 20、Fraunhofer 數值為基準值之百分比差

	Isc [%]	Voc [%]	Impp [%]	Vmpp [%]	Pmpp [%]	FF [%]
TS60-6M3-325 H1	1.87	0.04	2.44	-1.16	1.24	-0.61
RT-MM60-315	1.66	0.03	2.53	-0.94	1.51	-0.18
RT-MM60-305	2.15	0.09	2.21	-1.19	0.96	-1.33
<b>Average</b>	<b>1.90</b>	<b>0.06</b>	<b>2.39</b>	<b>-1.10</b>	<b>1.24</b>	<b>-0.71</b>

Relative deviation of TERTEC measurement and ISE calibration after light induced degradation (LID, 20 kWh/m<sup>2</sup> resp. 40 kWh/m<sup>2</sup>)

為確保太陽光電模組於運輸途中不會造成損壞，各模組於運輸前後皆有進行 EL 檢測，確認太陽光電模組運輸前後之一致性。圖 9 至圖 11 為太陽光電模組於運輸前後所拍攝之 EL 圖像，由拍攝結果可以得知，各模組於運輸過程中，並未對模組造成任何損傷，故不會影響到量測的結果。

Table 01 Electroluminescence images of module TERT002 (S/N TS-207P2-40241) before and after shipment

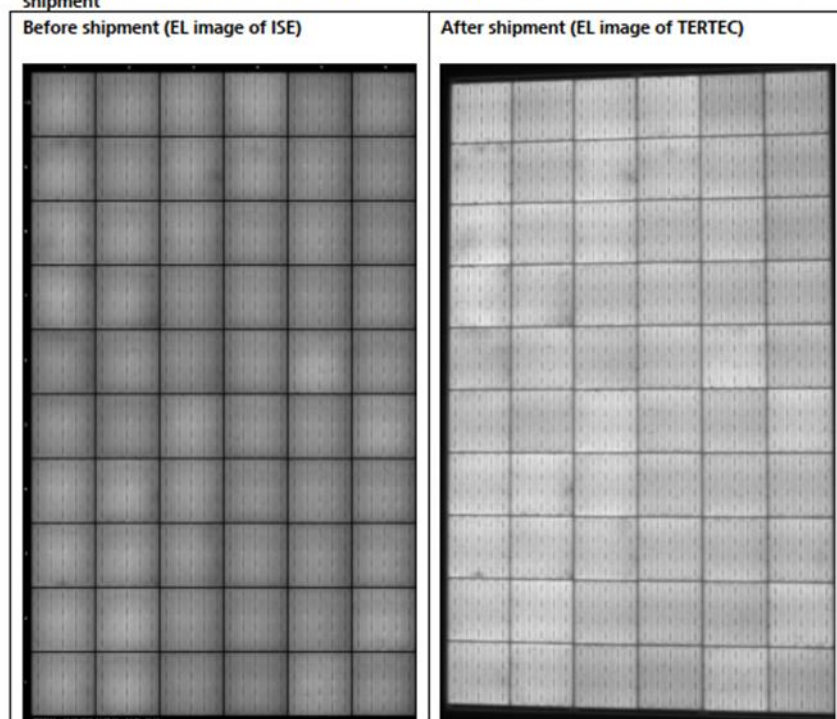


圖 9、Fraunhofer 與本中心量測之 EL 比對(TS60-6M3-325 H1)

Table 02 Electroluminescence images of module TERT005 (S/N PK300436) before and after shipment

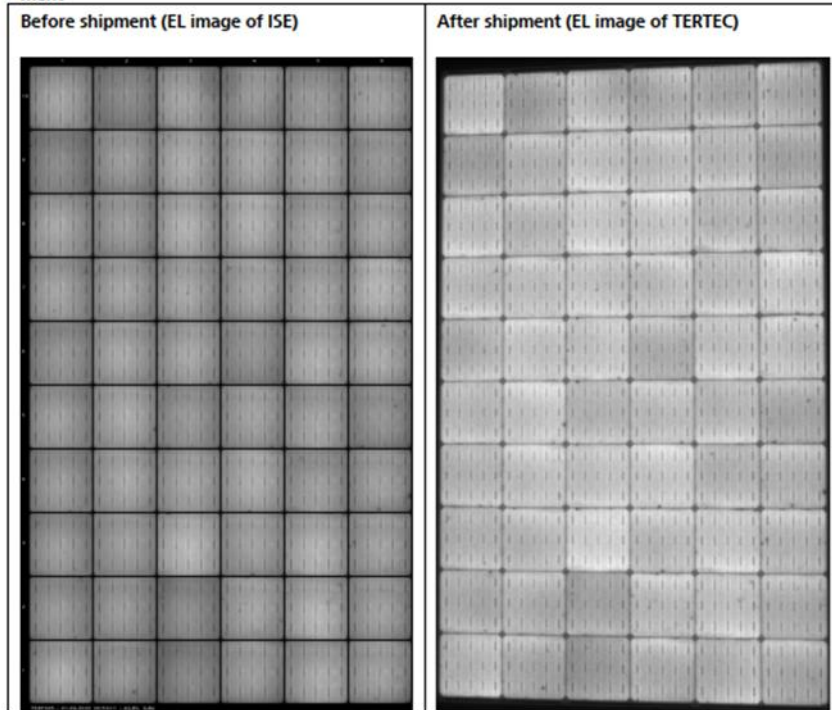


圖 10、Fraunhofer 與本中心量測之 EL 比對(RT-MM60-315)

Table 03 Electroluminescence images of module TERT007 (S/N PK300455) before and after shipment

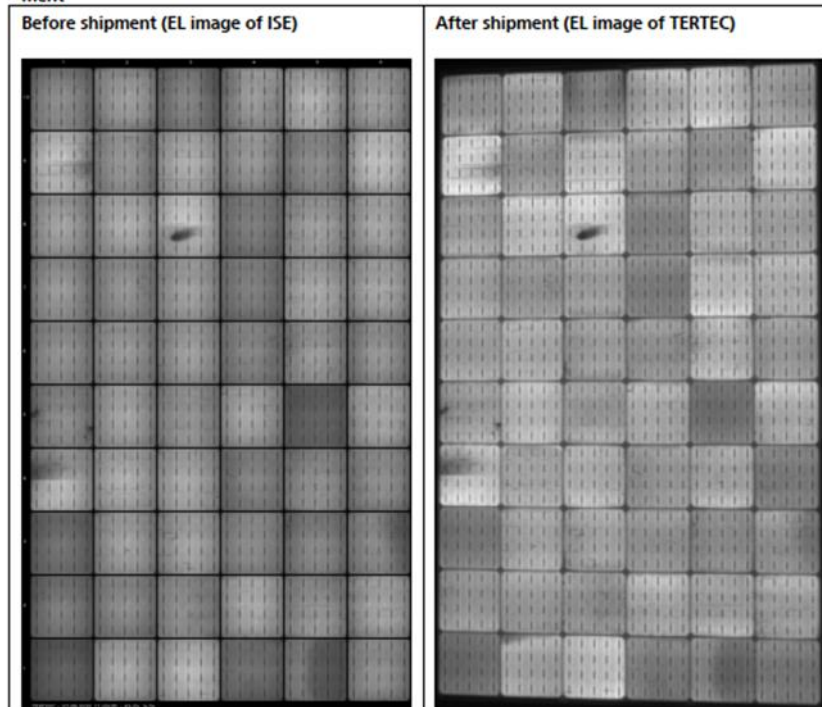


圖 11、Fraunhofer 與本中心量測之 EL 比對(RT-MM60-305)

## 7、能力比對試驗結論

德國 Fraunhofer 使用符合 A+A+ A+等級的閃光燈模擬器進行測量符合 IEC



60904-9，其校正參考標準追溯到 Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB)；本中心亦是使用 AAA 等級的閃光燈模擬器進行測量符合 IEC 60904-9，其校正參考標準亦是追溯到 PTB。藉由 En 值計算公式可得  $P_{mpp}$  最大百分比差之 En 絕對值小於 1，足以說明考慮各項誤差後，本中心與德國 Fraunhofer 所量測的結果是相當接近的。

另一方面，若更進一步觀察太陽光電模組各項參數所量測出來的數值，可以發現  $I_{SC}$  雙方實驗室所量測的值，其百分比差相較於模組其它參數較大，推估造成  $I_{SC}$  量測數值之差異原因如下：

- (1) 本中心雖與 Fraunhofer 之追溯源皆為德國 PTB，但本中心量測時所用之基準電池為二級件，因此，在追溯至與一級件校正時會造成誤差。
- (2) 本中心與 Fraunhofer 使用不同太陽光模擬器，會有光譜修正的誤差，Fraunhofer 光譜修正率 (Spectral mismatch correction) 分別為 1.000403、1.000518 及 1.000764，而大電力的光譜修正率分別為 0.9881、0.9881 及 0.9898。其相關誤差的加乘作用可能會造成  $I_{SC}$  差異。

## 8、太陽光電模組未來趨勢發展交流討論

本次能力比對亦與 Fraunhofer 研究人員視訊討論太陽光電模組未來發展趨勢。研究人員表示，今年太陽光電電池尺寸變化快速並已是趨勢，且轉向下一代新尺寸的脚步比預想中更加快速。目前今年上半年以 G1 尺寸設計的專案為多，5-7 月間海外電池片產線開始轉換至生產 G1 及 M6。下半年開始轉換到 M6，預期小尺寸的需求將逐漸減少，但由於項目仍有部分是早期設計的專案，使得下半年市場仍是呈現 G1 及 M6 兩種規格電池片並存。

在 N Type 電池發展方面，整體 N 型電池片的發展是比較受限，因在 P 型 PERC 大幅擴產及應用大尺寸每瓦成本有所下降，另外 PERC+ 也持續提效至 22.4-22.5% 以上，目前 P 型 PERC 仍是具明顯優勢，擠壓 N Type 電池片的成長力道與空間。另外 N 型電池片在技術上的難度較高，使得 N 型電池在尺寸變大、或搭配切半技術仍有難處，以上因素會減緩廠家對於 N 型技術的投入，因此目

前全球廠家 N 型產能利用率較為不彰，多數廠家現階段僅視為對未來技術的儲備。而在 N Type 電池型式方面，目前以 HJT 及 TOPCon 兩大主流為主，且從市場資料蒐集及案件狀態來分析，則是以 TOPCon 占較高的趨勢。至於在相關(太陽光電模組與電池片)檢測驗證方面，由於電池片大尺寸化應用為趨勢，因此太陽光電模組輸出效能亦將顯著提升，但單位面積的轉換效率卻不見得增加。在此情況下，相關測試所使用的艙體、儀器、平台及光源等，皆須考量大尺寸化的變化進行更新與驗證，尤其與光源相關之測試設備，其均勻度、照度及光譜匹配，因與太陽光電模組及電池片之效能輸出有顯著影響。

## 9、後續規劃

本工作項目後續規劃延續今年比對結果，再與國內相關檢測機構辦理太陽光電模組能力比對試驗計畫，以分析國內相關太陽光電模組檢測機構與國際間的一致性。

### (十五) 辦理太陽光電相關國際研討會

太陽光電是近年來成長最快速的再生能源技術，同時亦被視為未來全球電力供應的重要角色。因此本中心將與國際知名太陽光電檢測研究單位合作舉辦太陽光電檢測技術或相關研討會，擬廣邀產、官、學、研界共同參與討論，其中將以太陽光電產業界以及國內實驗室為主要邀請對象，與業界分享標準、檢測、校正及驗證之相關經驗等。此次研討會邀請國際知名太陽光電驗證單位Tüv Rheinland及相關專家來擔任研討會之講師，相關資料如下。

#### 1、舉辦時間:

109年10月30日(星期五)

#### 2、地點

台大集思會議中心

#### 3、研討會議題

- (1) 太陽能電池及模組大尺寸趨勢
- (2) 太陽光電模組新版法規標準解析

- (3) 台灣太陽能案場失效案例分享
- (4) 太陽光電的性能保證方案
- (5) 太陽能變流器台灣市場現狀說明
- (6) 智慧變流器之資安疑慮

#### (十六) 參與標準局舉辦技術成果發表會

本工作項目配合標準局舉辦之太陽光電及智慧變流器相關技術成果發表會，執行工作包含事前展覽安排、現場籌備與參加國內相關研討會等工作。

成果發表之內容主要是標準局計畫內容進行整合呈現，主旨為讓參觀民眾或廠商更容易、並且系統性的了解政府各委辦計畫的內容與計畫之間的關聯性。本次成果發表已在「2020台灣國際智慧能源週」期間辦理完畢，展覽現場照片及相關資訊如下所示。

##### 1、時間

2020年10月14日至10月16日

##### 2、地點

台北南港展覽館(台北市南港區經貿二路1號)

##### 3、成果發表內容

此次成果發表主要展示內容為再生能源相關計畫項目，包含太陽光電、離岸風電、再生能源憑證等。



圖 12、太陽光電模組與智慧變流器展示



圖 13、離岸風電展示

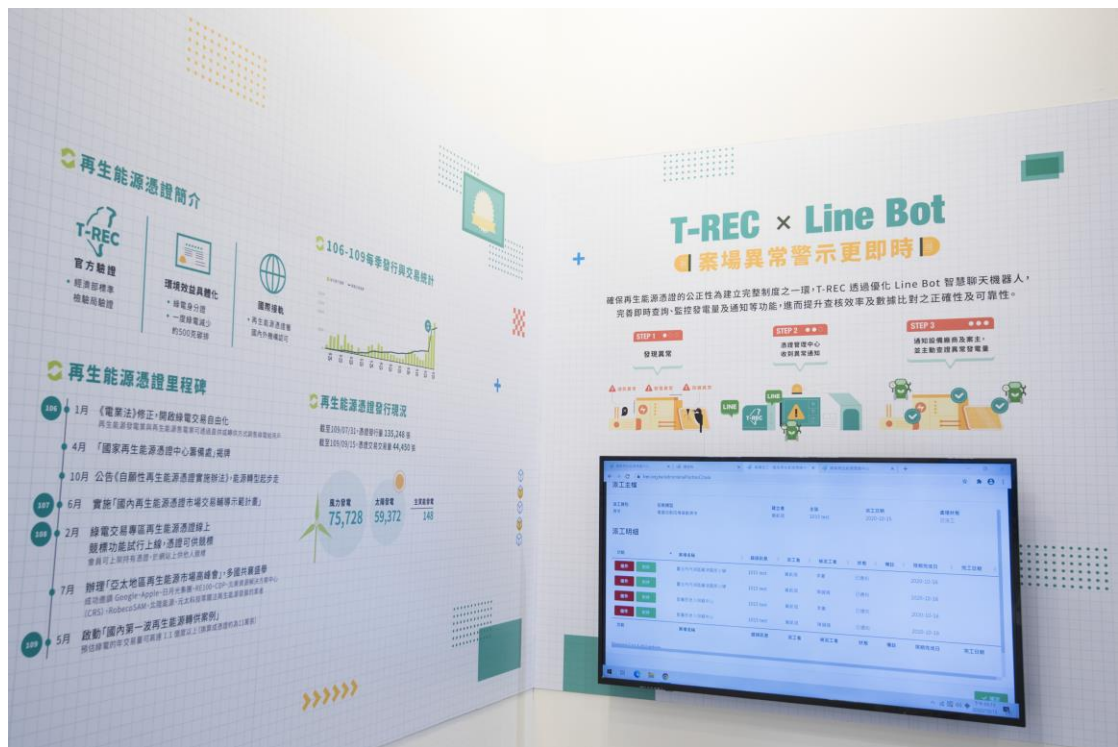


圖 14、再生能源憑證展示

### (十七) 能源教育展示

本工作項目與石○暨資○產業研究發展中心共同規劃辦理，藉由能源教育的展示，加強民眾對再生能源的了解，內容包含能源展示室及探索體驗營等，以再生能源的介紹為主，傳達再生能源的重要性。類別介紹可分為太陽能、風力能、海洋能與地熱能等，並加強各式再生能源的生成、儲存與傳輸概念。本工作項目已於10月底完成，展示之時間、參與人員及展示內容如下所示。

#### 1、能源教育展示時間

109年9月15日

#### 2、能源教育展示地點

經濟部標準檢驗局花蓮分局計量與綠能探索館

#### 3、參與人員

經濟部標準檢驗局等11人。

#### 4、能源教育展示內容

能源教育展示內容包含計量單位展示、綠能生活展示及度量衡展示，如圖15至圖17所示。



圖 15、計量單位展示區



圖 16、綠能生活展示區



圖 17、度量衡展示區

## 5、後續規劃

後續擬延續今年工作項目，規劃海洋能源教育的展示，加強民眾對海洋能源的了解，學習到我們身旁的大海蘊藏著豐富的海洋能源可供開發使用，包含潮汐、海流、波浪、溫差等。

### (十八) 綠能教育推廣

本工作項目將與石材暨資源產業研究發展中心共同規劃辦理綠能教育推廣活動共3場次，透過系列科普教育的體驗活動，以活潑有趣的方式落實綠能的科學知識教育。期望透過綠能教育推廣，增進民眾了解綠能的重要性。

綠能教育主要是以學術單位及一般民眾為對象，共分為水力能、地熱能、風力能、太陽能及用電安全的教材內容與教具。相關能源的介紹都有簡單易懂的說明海報，並導入互動式教具的體驗方式，讓民眾了解能源的轉換與利用。本工作項目已於10月底前完成，並已於11月18號邀請委員辦理本工作項目之期末審查會議。綠能教育推廣之辦理時間、參與單位及教材內容如下所示。

#### 1、綠能教育推廣辦理活動相關資料

此次辦理綠能教育推廣共9場，辦理時間、參與單位、人數及地點如表21所示。

表 21、綠能教育推廣資料統整

場次	辦理日期	參與人員	辦理地點
1	109/10/20	花○國○(28人)	花○國中
2	109/10/20	花○高○(19人)	花○高○
3	109/10/20	苗○縣○中數輔團、通○自○中心、聯○大學(22人)	計量與綠能探索館
4	109/10/22	花○體中一年級(36人)	計量與綠能探索館
5	109/10/22	花○體中二年級(30人)	計量與綠能探索館
6	109/10/22	花○體中三年級(30人)	計量與綠能探索館
7	109/10/24	一般民眾(10人)	計量與綠能探索館



8	109/10/25	一般民眾(8人)	計量與綠能探索館
9	109/10/31	波斯頓國際學校(18人)	計量與綠能探索館

## 2、綠能教育推廣教具

### (1) 風力發電

風力發電之教具是以風扇帶動小型螺旋式風力發電機以驅動裝置，如圖18所示。



圖 18、風力發電教具

### (2) 太陽能發電

太陽能發電教具是藉由安裝燈具模擬太陽光照射於太陽光軌道車，驅使軌道車向前行進，如圖19所示。

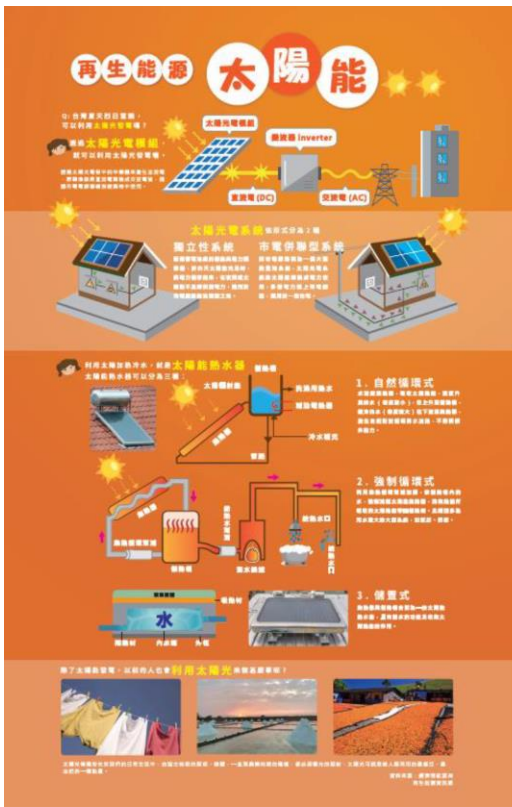


圖 19、太陽光電教具

### (3) 水力發電

水力發電的教具為運用水的势能轉換成電能的發電方式，透過水流推動輪機使之旋轉，帶動發電機發電，如圖20所示。



圖 20、水力發電教具

### 3、解說教材

解說教材包含再生能源介紹、太陽能發電、風力發電及水力發電，並已完成解說教材，如圖21至圖24所示。

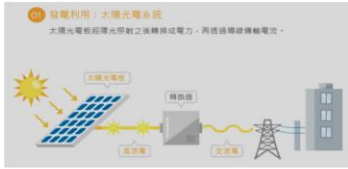


圖 21、再生能源介紹解說教材

## 太陽能發電 解說內容整理

### 1. 太陽光電

使用太陽光電模組來吸收太陽光後產生直流電，經變流器將電傳輸到使用端。



### (1) 獨立型太陽光電系統

- ✓ 電力儲存於蓄電池中以供用電
- ✓ 野外露營、非洲沙漠、電力無法到達之地



### 2. 太陽熱能

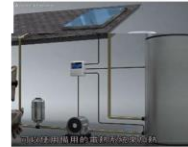
太陽能熱水器的作用原理是將來自太陽的輻射能量吸收下來並用以加熱水溫



- (1) 「自然」循環式
- (2) 「強制」循環式



(3) 儲置式



### (2) 市電併聯型太陽光電系統

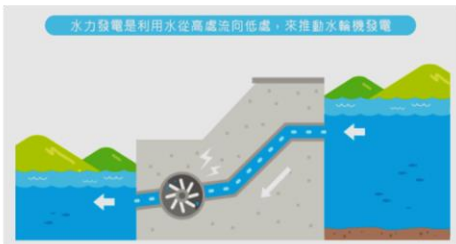
- ✓ 多餘電力送上市電網路，由市電網路供電
- ✓ 一般住宅使用



圖 22、太陽能發電解說教材

## 水力發電 解說內容整理

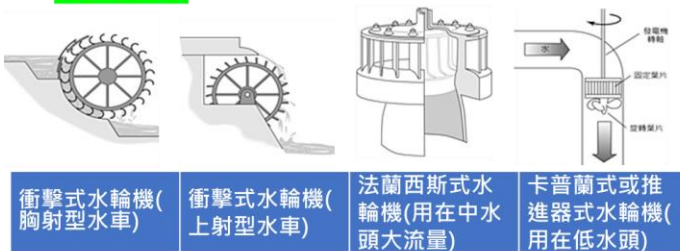
### 水力能



### 水力能發電模式



### 水輪機種類



### 水力發電廠

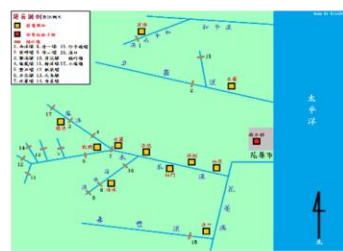


圖 23、水力發電解說教材

## 風力發電

## 解說內容整理

**風力能**。空氣流速越高，動能越大。  
風能利用有兩三千年的歷史記載



### 風力發電機種類

#### A. 水平軸風力發電機



#### B. 垂直軸風力發電機



#### C. 無葉片風力發電機



### 台灣的風力資源

台灣海峽、西部沿海與澎湖離島等地區，年平均風速可達5~6公尺/秒以上，甚具開發潛力。

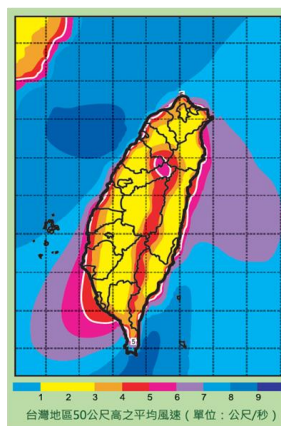


圖 24、風力發電解說教材

## 4、後續規劃

後續建議持續辦理綠能教育推廣活動，期望透過綠能教育推廣，增進民眾了解綠能生活的重要性，並採用互動體驗方式導入趣味學習以落實能源科學的知識教育。

### (十九) 提供再生能源產品(太陽光電及變流器)校正、檢測或驗證服務 70 案

本中心再生能源實驗室於106年自行投入資金建立 120 kVA再生能源變流器併網檢測系統，該實驗室就再生能源變流器併網檢測技術上已通過國內TAF與美國UL認證，可執行IEEE 1547標準與UL 1741標準測試;本中心之太陽光電模組測試實驗室及二次基準太陽光電池(Secondary reference cell)校正實驗室，除持續提供太陽光電業者及太陽光電模組測試實驗室相關之檢測及校正服務外，同時亦提供完整之太陽光電模組之檢測服務。本工作項目到目前為止，以提供變流器檢測服務11案，太陽光電檢測61案，合計共72案。

### (二十) 資本門設備建置規劃及發包

為因應智慧變流器與太陽光電系統新標準試驗所產生之需求能被確實滿足，本計畫在標準局計畫補助下，擬新建檢測設備與擴大部分設備原有試驗能力，本計畫今年所規劃建置之設備如下：

- 1、智慧變流器測試控制系統及交直流電源模擬器
- 2、智慧變流器電磁相容量測設備
- 3、智慧變流器電源端之電磁相容量測設備

本計畫規劃及建置之資本門採購規範如表22所示。

表 22、資本門設備採購規範

項次	設備名稱	功能及規格	需求說明	備註
1	智慧變流器測試控制系統及交直流電源模擬器	<p>功能： 提供智慧變流器執行相關量測之電源模擬器。</p> <p>1. 交流電源：</p> <p>(1) 額定功率至少 750kVA 以上。</p> <p>(2) 具四象限運轉能力 (功率回收)。</p> <p>(3) 應能提供 3φ3w 或 3φ4w 測試電壓 380-600V (L-L)。</p> <p>(4) 頻率調整範圍：45-65Hz。</p> <p>(5) 可擴充或多機併聯至 1.5MVA 以上。</p> <p>2. 直流電源：</p> <p>(1) 最大額定功率至少 600 kW 以上。</p> <p>(2) 輸出最大電壓至少 1500 V<sub>DC</sub> 以上。</p> <p>(3) 可擴充或多機並聯至 1.2 MW 以上。</p> <p>控制系統：</p> <p>(1) 應能監控 RLC 負載箱與交直流電源模擬器，並顯示相關量測數據及波形。</p> <p>(2) 量測點應包含：待測物交直流端、交流電源模擬器、以及負載箱端。</p>	<p>因應 CNS 15382 及 CNS 15599 等標準要求，對智慧變流器執行孤島測試時，可針對實功負載。虛功負載對標稱輸出功率的變化做出調整，並模擬當市電系統喪失電力時，智慧變流器系統在規定時間內必須停止供電。</p>	

項次	設備名稱	功能及規格	需求說明	備註
2	智慧變流器電磁相容量測設備	<p>功能：提供智慧變流器執行電磁相容量測之設備。</p> <p>規格：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 綜合測試訊號產生器：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 快速暫態/叢訊訊號產生器 (EFT generator), 強度至少 <math>\pm 4.0\text{kV}</math>，符合 IEC 61000-4-4 Ed.3.0 要求。</li> <li>(2) 組合波雷擊訊號產生器 (Surge generator), 強度至少 <math>\pm 6\text{kV}</math>，符合 IEC 61000-4-5Ed.3.0 要求。</li> </ol> </li> <li>2. 三相耦合去耦合網路 (CDN): 交流電壓 <math>\geq 398\text{V}</math> (L-N/PE)，交流電壓 <math>\geq 690\text{V}</math> (L-L)，直流電壓 <math>\geq 1,500\text{V}</math>，耐電流(直流及交流)200A。</li> <li>3. 高速通信埠雷擊耦合網路系統：4 對(8 線)平衡式通訊埠，符合 IEC 61400-4-5 Ed.3.0 通訊埠特性要求。</li> <li>4. 單相電源阻抗匹配網路 (LISN)：頻率:150 kHz 至 30 MHz，阻抗：<math>50\ \Omega / 50\ \mu\text{H}</math>，符合 CISPR16-1-2 電源阻抗匹配網路之要求，數量：4 台。</li> </ol>	<p>因應大型智慧變流器,於 CNS 14674-2/CNS14674-4/IEC 62920 等 EMC 標準要求，於電磁耐受相關量測設備。</p>	
3	智慧變流器電源端之電磁相容量測設備	<p>功能：提供智慧變流器電源端執行電磁相容量測之設備。</p> <p>規格：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 數量一組。</li> <li>2. 電源瞬斷及電壓變動耐受測試：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 輸出功率：交流功率至少 90 kVA。</li> <li>(2) 電壓調整範圍：至少涵蓋 AC 10 V 至 570 V (L-L)。</li> <li>(3) 電壓於三相 480 V 時，輸出電流至少 100 A。</li> </ol> </li> </ol>	<p>因應大型智慧變流器,於 CNS 14674-1、CNS 14674-2、CNS 14674-3、CNS 14674-4、IEC 62920 等電磁相容標準要求，爰建置本項設備，以滿足電磁相容相關量測之要求。</p>	

項次	設備名稱	功能及規格	需求說明	備註
		3. 電源電流諧波及電壓閃爍測試： (1) 諧波頻率範圍：至少測量 40 次諧波及諧間波能力。 (2) 測量頻率範圍：5 Hz 至 20 kHz。 (3) 測量電壓範圍：最大值至少為三相 570 V(L-L)。		

本計畫之資本門皆已在 11 月 19 日前完成建置、驗收，資本門建置進度說明如下。

#### 1、智慧變流器測試控制系統及交直流電源模擬器

智慧變流器測試控制系統及交直流電源模擬器已於完成驗收。智慧變流器測試系統交直流電源模擬器建置進度說明如表 23。

表 23、智慧變流器測試系統交直流電源模擬器建置進度說明

建置項目	建置進度說明
一、太陽光電直流電源	(一) 3/9~6/5 備料完成 (二) 6/5~8/20 完成太陽光電直流電源模擬器組裝進度及測試 (三) 8/21 運送至大電力進行安裝定位 (四) 9/14 完成組裝、測試及教育訓練 (五) 9/16 內部驗收
二、電網模擬交流電源	(一) 3/9~6/5 備料完成 (二) 6/10~8/15 完成電網模擬交流電源模擬器組裝進度及測試 (三) 8/26 船運送至台灣 (四) 9/14 完成組裝、測試及教育訓練 (五) 9/16 內部驗收
三、主控制系統	(一) 4/6 量測系統確認 (二) 4/8 確認匯流排數量 (三) 4/9 ACB 採購作業 (四) 4/30 相關儀器設備皆以下單採購完成 (五) 4/28 ~8/20 智慧變流器測試控制系統軟體總程撰寫中 (六) 9/14 完成組裝、測試及教育訓練 (七) 9/16 內部驗收



<p>四、工程 (匯流排&amp;空調)</p>	<p>(一) 控制室：已完成搭建控制室之輕隔間、空調、配電及燈具裝設</p> <p>(二) 空調設備：已完成空調主機定位、排水管、空調用冷卻循環水管、空調專用迴路配線及空調風管裝設</p> <p>(三) 強制風冷設備：已完成散熱風管及散熱風機裝設</p> <p>(四) 配電盤箱體：已於 8/11 完成箱體製作，並於 8/12 貨運至大電力完成定位</p> <p>(五) 匯流排、電纜線及控制線：電纜線已接線完成，目前進行匯流排及控制線裝配中，預計 8/28 前完成匯流排及控制線配置</p> <p>(六) 9/14 完成組裝、測試及教育訓練</p> <p>(七) 9/16 內部驗收</p>
--------------------------	--



圖 25、智慧變流器測試系統交直流電源模擬器實際照片

## 2、智慧變流器電磁相容量測設備

智慧變流器電磁相容量測設備已於 9 月 11 日完成驗收。智慧變流器電磁相容量測設備建置進度說明如表 24 及實際照片如圖 26 所示。

表 24、智慧變流器電磁相容量測設備建置進度說明

建置項目	建置進度說明
智慧變流器電磁相容量測設備	(一) 單相電源阻抗匹配網路(LISN)、綜合測試訊號產生器、三相耦合去偶和網路(CDN)、高速通信埠雷擊和網路系統之四項設備已於 ETC 校正完成，並已運送至大電力中心 (二) 9/4 完成設備教育訓練 (三) 9/11 完成設備內部驗收流程 (四) 10/15 完成標準局實地查驗 (五) 10/22 繳交查核報告



圖 26、智慧變流器電磁相容量測設備實際照片

### 3、智慧變流器電源端之電磁相容量測設備

智慧變流器電源端之電磁相容量測設備已於 11 月 6 日完成驗收，智慧變流器電源端之電磁相容量測設備建置進度說明如表 25 及實際照片如圖 27 所示。

表 25、智慧變流器電源端之電磁相容量測設備建置進度說明

建置項目	建置進度說明
智慧變流器電源端之電磁相容量測設備	(一) 8/11 與原廠訂購設備 (二) 9/17 原廠生產進度已達約 70% (三) 10/19 設備校正完畢 (四) 10/26 設備抵達大電力 (五) 11/6 內部驗收完成 (六) 11/19 完成標準局實地查驗 (七) 11/25 繳交查核報告



圖 27、智慧變流器電源端之電磁相容量測設備實際照片

#### 4、後續規劃

本計畫為全程 4 年(108 年至 111 年)計畫，計畫總目標為建置國內首座 MW 級智慧變流器檢測實驗室。本計畫已於今年完成 500 kW 智慧變流器安規、併網及電磁相容檢測能量，預計於 110 年將智慧變流器檢測能量之直流電源模擬器擴充至 1 MW，並於 111 年完成 1 MW 智慧變流器安規、併網及電磁相容檢測能量。

## 六、遭遇困難與因應對策

### (一) 遭遇困難

- 1、MW 級智慧變流器測試系統實驗室之建置為國內首創，因此，不管對本中心或是設備供應商，在該系統的建置及前期的規格定訂，皆是一大挑戰。
- 2、由於今年 COVID-19 疫情之影響，造成工作項目先期規劃之不確定因素增加，如參與太陽光電國際標準組織會議 IEC TC82，該會議今年預計舉行於中國大陸上海，但由於大陸疫情再度爆發，該會議改以線上會議之方式舉行。
- 3、本計畫受限於時程，設備建置及驗收時間緊迫，如何達成設備建置之預定時程，並在計畫期程內達成目標深具挑戰。

### (二) 解決途徑

- 1、透過先期的研究規劃，並至國外有 MW 級智慧變流器測試能量的單位交流，獲取相關建置的經驗，以利後續本計畫的執行。
- 2、定期掌握 COVID-19 疫情及太陽光電國際標準組織會議 IEC TC82 最新消息，並事先擬好替代方案，以因應該會議取消或以線上會議方式舉行之情況發生。
- 3、在符合本中心相關採購規範前提下，盡可能加速作業時間，確實掌握廠商之製造能力及交貨期程，規劃設備購置進度甘特圖，並積極掌握設備建置進度，以確保建置之設備於期限內建置完成並符合設備之採購規範。

## 七、參考文獻

無

## 八、實際執行與原規劃差異說明

本計畫實際執行過程與原規劃內容無差異。

## 貳、執行績效說明

### 一、重要成果統計

成 果 項 目			預算	實績	成 果 項 目	預定	實際 達成		
專利權 (項數)	申請	國內			研究 報告 (篇數)	年度執行報告	2	2	
		國外				技術	2	2	
	獲得	國內				調查	3	3	
		國外				訓練	2	2	
	運用	國內				出國	4	0	
		國外				博碩士 培育			
論文 (篇數)	期刊	國內			技術引進	件數			
		國外			一般 技術 授權	件數			
	研討會	國內	1	2		項數			
		國外	1	1		技術授權金			
業界 合作 (一) 合作 研究	件數					技術 服務	權利金		
	項數				其他				
	配合款				件數		70	72	
	先期技術授權金				項數				
	權利金				金額(仟元)		18,500	18,700	
業界 合作 (二) 先期 參與	件數				分包 研究	學界	件數	2	2
	項數						金額	400	400
	技術服務費				研討會 (座談會、示範觀摩會)	業界	件數	2	2
	先期技術授權金						金額	1,000	1,000
	權利金					場次	1	1	
促 進 投資生產	項數				人數	20	50		
	件數				金額				
宣 導 手 冊	數量				推廣 活動	場次	1	1	
	金額					金額			

註：累計至 109 年 11 月底之統計資料。

## 二、重要成果說明

成果項目及數量		重 要 成 果 說 明
論文	3 篇	1、High Light Intensity Accelerated Aging Test and Evaluation of Solar Photovoltaic Modules 2、太陽光電模組之零組件失效分析 3、考量檢測大功率三相變流器直流鏈電容之電路參數分析
研究報告	9 篇	1、智慧變流器能力比對試驗報告 2、國際太陽光電模組能力比對試驗報告 3、太陽光電模組封裝材料黃化測試可行性評估報告 4、太陽光電模組背板剝離測試可行性評估報告 5、國內外太陽光電產品及標準檢測技術規範分析報告 6、智慧變流器檢測驗證人員訓練總結分析報告 7、太陽光電檢測驗證人員一致性教育訓練總結分析報告 8、期中成果報告 9、期末成果報告
業界合作	2 項	1、與德國 Tüv Rheinland 合作辦理太陽光電國際研討會 2、與德國 Fraunhofer 合作辦理太陽光電模組能力比對試驗
推廣活動	1 場	辦理太陽光電模組自願性產品驗證(VPC)推廣座談會議

## 參、檢討與展望

### 一、綜合檢討

- (一)掌握國際智慧變流器檢測技術標準，並搭配國家(CNS)標準，並提供智慧變流器併網、安規、電磁相容檢測驗證項目的差異性，達到與國際接軌的目的。
- (二)國際相關機構進行分享與交流，瞭解國際目前趨勢與我國目前劣勢，並進行相關能力的提升，達到維持實驗室國際技術水平之水準。展望

未來仍有賴在既有基礎下，能獲計畫支援投入人力和經費，持續參與技術交流與活動，掌握國際發展動態，協助我國智慧變流器產業發展。

(三)建置相關檢測實驗室規劃情形，協助我國提升相關檢測能量的可能性，以提供國內外相關產業檢測服務，本計畫所規劃建置之智慧變流器相關產品之檢測技術也須適時，需不斷地投入新的檢測能量方能滿足業者需求，對於我國再生能源產業發展，後續計畫支援之必要性。

(四)太陽光電模組所使用之材料及技術不斷推成出新，且應用之場域已開始涉及近岸、水上型的應用，國際標準組織亦因此正積極討論修(制)訂現行標準以滿足產業需求，而目前雙面型太陽光電模組檢測 IEC 國際標準已於 2019 年發佈，為使標準局及試驗室能具有更適切的試驗方法，並滿足業界及國家能源政策之需求，以促進我國太陽光電產業發展，後續會適國內產業實際需求及發展狀況，將檢測能量之建置規劃至計畫工作項目內。

(五)目前全球智慧變流器檢測能量最大為中國大陸開普的 4 MW，但由於國內目前於智慧變流器登入平台大於 1 MW 變流器僅約 30 件(6%)，且由於台灣之地型及面積，致使台灣之太陽光電案場之規模皆不大，因此對於大容量變流器需求較低。另一方面，國際現行作法較傾向使用小容量變流器以分散單一大容量變流器故障時之風險，基於上述原因，本計畫擬建置 1 MW 之智慧變流器之檢測能量，包括智慧變流器之安規、併網及電磁相容，以滿足及符合國內相關產業之檢測所需。智慧變流器之檢測能量目前全球已有日本與韓國的 3 MW 檢測能量，亦有中國大陸的 4 MW 檢測能量，但智慧變流器之檢測能量，主要是依照該國家之產業需求而建置，因此本計畫所建立之 1 MW 智慧變流器檢測能量，除了檢測的功率大小與國際間有差別之外，在檢測技術及其它方面與國際並無差異。

(六)能源教育展示與綠能教育推廣主要是以民眾宣導及學生學習為核心，

並整合能源知識，以紮根民眾與學生的能源科學教育。搭配能源探索體驗營及能源校園推廣等活動，為偏鄉的花東地區營造一個具知識、體驗及有趣的學習場域。

## 二、建議事項

- (一)本計畫積極分析國外驗證制度並參考國內可實行之最有效方式，來確保國內電網安全品質之管理，而研析國際間智慧變流器標準，搭配國內系統與環境需求，進行智慧變流器及太陽光電相關驗證標準研究，調和為我國適用之驗證標準，期能確保相關產品的安全性，避免造成相關安全危害。
- (二)因IEC國際標準已於2019年制定出雙面型太陽光電模組相關檢測規範(IEC TS 60904-1-2:2019)，且雙面型太陽光電模組為未來之主流產品，因此，為了因應後續業界相關產品之檢測需求，故急需建置雙面型太陽光電模組檢測能量，以促進業界相關產品之開發，並促進太陽光電產業的發展。
- (三)為了因應國內大容量的智慧變流器檢測需求，預計於109年先建置500 kW待測物的智慧變流器檢測能量，以滿足120 kW至500 kW的智慧變流器待測物，並於111年將500 kW的智慧變流器檢測能量擴充至1 MW以上，以提供國內相關產品之檢測需求，並符合台灣市場所需。